NOTICE

SUR LES

TITRES ET TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DU

DR MATHIAS-DUVAL

Membre de l'Académie de Médecine
Professeur d'Histologie à la Faculté de Médecine
Professeur d'Anatomie à l'École nationale des Beaux-Arts



PARIS
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—

1896

TITRES ET GRADES SCIENTIFIQUES

Services dans l'Enseignement.

— *Aide d'anatomie* à la Faculté de médecine de Strasbourg (du 31 décembre 1866).

— *Prosecteur* à la Faculté de médecine de Strasbourg (de février 1868).

— *Chef des travaux anatomiques* à la Faculté de médecine de Nancy (du 15 novembre 1872).

— *Agrégé d'anatomie et de physiologie* à la Faculté de médecine de Paris (de janvier 1873).

— *Professeur d'anatomie à l'École nationale des beaux-arts* (de février 1873).

— *Directeur adjoint du laboratoire d'histologie pratique* à la Faculté de médecine de Paris (du 22 février 1873).

— *Membre de la Société d'anthropologie* (1873).

— *Membre de la Société de biologie* (de juillet 1876).

— *Membre de la Société d'hygiène et de médecine publique* (de la fondation, juin 1877).

— *Directeur du laboratoire d'anthropologie à l'École des hautes études* (1880-1890).

— *Professeur* (chaire d'anthropologie zoologique, 1880; chaire d'embryologie comparée et d'anthropogénie, 1886) *à l'Association pour l'avancement des sciences anthropologiques* (dite *École d'anthropologie*).

— *Membre de l'Académie de médecine, section d'anatomie et de physiologie* (1881).

— *Membre de la Société zoologique de France* (1882).

— *Vice-président de la Société de biologie* (1884).

— *Membre honoraire de la Société d'anthropologie de Bruxelles* (1884).

— *Membre honoraire de la Société d'anthropologie de Bordeaux* (1884).

— *Membre correspondant de la Société des sciences naturelles de Cherbourg* (1884).

— *Membre correspondant* « dell' Academia medico-chirurgica di Perugia » (1885).

— *Professeur d'histologie* à la Faculté de médecine (1885).

— *Membre correspondant* « dell' Academia medico-fisica Fiorentina » (1888).

— *Membre du Comité d'organisation de l'exposition rétrospective du travail et des sciences anthropologiques à l'Exposition universelle de* 1889 (section I).

— *Président de la Société d'anthropologie* (1889).

— *Membre actif de la Société impériale des naturalistes de Moscou* (1893).

— *Membre du Comité des travaux scientifiques et des Sociétés savantes* au Ministère de l'Instruction publique.

— *Directeur du* JOURNAL DE L'ANATOMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE DE L'HOMME ET DES ANIMAUX (fondé par Ch. Robin en 1864).

La présente Notice est divisée en quatre parties :

I. — *Exposé méthodique des recherches personnelles et travaux originaux ;*

II. — *Enseignement, livres didactiques, articles et notes de vulgarisation et de critique, collaborations diverses;*

III. — *Liste des principaux travaux exécutés sous la direction de M. Mathias-Duval.*

IV. — *Énumération, dans l'ordre chronologique, des travaux et publications résumés dans les deux premières parties.*

PREMIÈRE PARTIE

Exposé méthodique des recherches personnelles et travaux originaux.

Cette première partie comprendra six divisions (Embryologie, Anatomie, Tératologie, Technique, Anatomie des beaux-arts, Varia), dans chacune desquelles les résultats relatifs à une même question seront réunis de manière à former un tout.

Les mémoires analysés renferment des figures schématiques, dont quelques-unes seront reproduites, pour résumer plus brièvement les résultats obtenus. D'autre part, ces mémoires sont surtout accompagnés de *planches* gravées en taille-douce ou lithographiées et dont, par suite, il est impossible d'intercaler ici aucune partie. Mais plusieurs de

nos résultats étant aussitôt devenus elassiques, nous avons pu emprunter à divers traités d'anatomie ou d'embryologie (notamment au *Traité d'embryologie* du professeur A. Prenant, de Nancy) des gravures qui sont la reproduetion de nos dessins originaux.

Première Division : EMBRYOLOGIE.

Nous exposerons nos recherches sur les divers sujets d'embryologie en suivant l'ordre même selon lequel s'enehaînent les phénomènes de la production d'un nouvel être; commençant par ce qui a trait d'abord aux *éléments sexuels* (spermatogénèse) et à la *fécondation*, nous passerons ensuite à la *segmentation*, à la produetion du *blastoderme*, ete., pour finir par diverses questions d'*organogénie*.

Spermatogénèse.

(Nos 32, 50, 57, 67, 78, 210.)

Nous avons poursuivi l'étude de la spermatogénèse chez les invertébrés et les vertébrés.

A. *Invertébrés.* — D'abord nous avons étudié la spermatogénèse ehez un animal admirablement approprié à eette recherehe, ear les éléments à considérer atteignent, chez lui, une taille exceptionnelle, et leur développement se fait avec une régularité toute partieulière. Il s'agit de l'escargot, animal hermaphrodite ehez qui les fonctions génitales eessent complètement en novembre pour reprendre

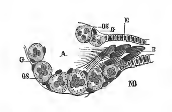
en février; en sorte que, si l'on commence les observations vers cette dernière époque, on est sûr d'assister successivement à l'évolution complète du phénomène, et de ne pas prendre pour éléments de nouvelle formation des produits antidatés.

On observe que, vers la fin de la pause génitale, la paroi d'un canalicule spermatique présente un revêtement de cellules épithéliales, et rien d'autre. En février, les choses changent. Quelques-unes de ces cellules prennent un développement accentué vers la paroi libre et se remplissent de noyaux à la périphérie. Peu à peu, ces noyaux s'entourent eux-mêmes d'une enveloppe, et le petit système forme une grappe dont les grains demeurent attachés à la cellule mère qui forme le centre. Ces grains sont les véritables spermatoblastes (*Mémoire sur la spermatogénèse chez les mollusques gastéropodes*, avec 2 planches. Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1878).

Chez la *paludine vivipare* se présente ce fait singulier qu'il existe deux formes différentes de spermatozoïdes, l'une dite *vermiforme*, l'autre *filiforme*. La question a été l'objet de nombreuses controverses. Nos études nous ont confirmé l'existence de ces deux formes indépendantes, et démontré que, si les deux ordres de spermatozoïdes ne se trouvent pas toujours dans les organes de la femelle, après copulation, c'est que les vermiformes se détruisent et disparaissent facilement, tandis que les filiformes résistent longtemps aux causes de destruction. En examinant, aux diverses saisons de l'année, le développement des spermatozoïdes de la paludine vivipare, nous avons vu que les vermiformes et les filiformes se développent indépendamment les uns des autres. Mais, pour arriver à cette démonstration, il ne saurait suffire de préparations faites par dissociation ; il faut, sur des pièces convenablement durcies, suivre la formation des *grappes* de spermatoblastes, qui, avec des caractères distincts dès le début, se transforment, les uns en spermatozoïdes filiformes, les autres en spermatozoïdes vermiformes (tubes cilifères de Baudelot) (*Étude sur la spermatogénèse chez la*

paludine vivipare, avec 1 planche. Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1879).

B. *Vertébrés*. — Chez les vertébrés (batraciens), pour saisir les premières phases de la formation des spermatozoïdes de la grenouille, qui s'accouple en mars, il ne suffit pas d'en examiner le testicule en février ou en janvier; depuis le mois de novembre précédent, le processus spermatoblastique est à peu près terminé : il a débuté dans les



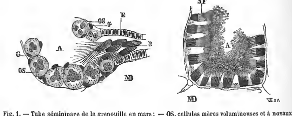


Fig. 1. — Tube séminipare de la grenouille en mars; — OS, cellules mères volumineuses et à noyaux en voie de segmentation; — B, canal excréteur avec des faisceaux de spermatozoïdes engagés dans sa lumière.

Fig. 2. — Cul-de-sac d'un tube spermatique de la grenouille en septembre; — SF, grappes de spermatoblastes déjà disposées en faisceaux de spermatozoïdes.

mois de mars et d'avril précédents, par le développement de grandes cellules (OS, fig. 1) qui peuvent prendre le nom d'ovules mâles et dans lesquelles on constate l'apparition de nombreux noyaux. Plus tard (juillet), à chacun de ces noyaux correspond un bourgeon qui ne s'isole que lentement de la cellule mère, c'est-à-dire que le corpuscule céphalique et le filament caudal apparaissent ici par transformation et au contact de ce noyau encore inclus dans la cellule mère, avant que se dessinent les bourgeons dits spermatoblastes; quand ceux-ci se délimitent, ils se disposent en grappes comme chez les invertébrés, et chacun d'eux correspond à l'un des spermatozoïdes en voie de formation.

L'aspect en grappe est donc, pendant longtemps, remplacé par la disposition des spermatozoïdes en voie de formation dans une grande cellule mère.

A part cette différence, qui explique comment quelques auteurs avaient décrit la formation des spermatozoïdes dans des cellules (Kœlliker), tandis qu'aujourd'hui on ne parle plus que de grappes de spermatoblastes (et on voit que ces deux formes sont seulement des stades successifs d'un seul et même processus de formation), à part

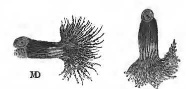


Fig. 3. — Deux faisceaux de spermatozoïdes de la grenouille rousse (*Rana temporaria*) et éléments de ces faisceaux (1).

cette différence, l'évolution des spermatozoïdes se fait ensuite comme chez les invertébrés.

Quant aux testicules du triton, ils se présentent comme une masse de lobes irrégulièrement placés bout à bout et différant par leur couleur et leur volume. Les uns, volumineux et d'un blanc laiteux, d'autres plus petits et jaunâtres ; les derniers, enfin, extrêmement petits et d'un blanc nacré. Tel est l'aspect, par exemple, au mois de mars ; or l'examen microscopique démontre que les premiers renferment des spermatozoïdes dont l'évolution est achevée, que les seconds renferment des ovules mâles dans lesquels commence le processus spermatoblastique qui fournira les éléments mâles pour les amours de l'année suivante ;

(1) Ces trois figures sont la reproduction des figures 9 (pl. I), 24, 26, 27 (pl. II) des *Recherches sur la spermatogénèse chez la grenouille*, 1880, figures reproduites dans le *Cours de physiologie*, p. 664, 665, fig. 188, 189, 190 (édition de 1892).

que les troisièmes, enfin, représentent une partie de testicule encore à l'état tout à fait embryonnaire (*De la spermatogénèse chez quelques batraciens*. Soc. de biologie, 6 mars 1880. — *De la spermatogénèse chez les batraciens*, avec 2 planches. Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1880).

Enfin les séries d'évolutions qu'accomplit le spermatozoïde, pour arriver à être propre à la fécondation, peuvent rendre compte de la stérilité d'un sperme dans lequel on constate la présence de spermatozoïdes, si ces éléments fécondateurs ne sont pas arrivés au terme ultime de leur formation. (A propos d'observations de M. de Sinéty, relatives à des fécondations artificielles demeurées stériles, malgré la présence bien constatée de nombreux spermatozoïdes. — *Remarques sur l'évolution des spermatozoïdes*. Soc. de biologie, 14 mai 1881).

Fécondation.

(Nos 56, 85, 98, 100, 139, 150, 223, 225, 231.)

Ayant entrepris de longues recherches sur l'embryologie des chéiroptères, nous avons dû, pour obtenir les matériaux d'étude, nous préoccuper de l'époque à laquelle s'accouplent les chauves-souris. Nous avons pu ainsi confirmer le fait annoncé par van Beneden, à savoir que l'accouplement a lieu en automne, avant que ces animaux tombent dans le sommeil hivernal, et que la fécondation n'a lieu qu'au printemps, lors du réveil (*Introduction à l'embryologie des chéiroptères*. Journal de l'anat., numéro de mars 1895).

Mais cette règle générale présente des exceptions. L'étude des organes génitaux des deux sexes avait déjà amené divers auteurs à cette idée que, probablement, outre l'accouplement automnal, il peut y avoir parfois accouplement aussitôt après le réveil du sommeil hivernal. Or,

dans les très nombreux envois de chauves-souris que je recevais dès la fin de l'hiver, il m'a été donné deux fois d'assister à l'accouplement printanier chez les rhinolophes (*Sur l'accouplement des chauves-souris*. Soc. de biologie, 23 février 1895. Cette même note renferme diverses remarques sur les mœurs, et spécialement les mœurs génitales des chéiroptères).

C'est à l'étude de la fécondation qu'il faut rattacher les recherches que nous avons faites sur le *mécanisme du transport intra-abdominal des ovules* chez la grenouille et chez les mammifères. On expliquait le passage de l'ovule, de l'ovaire dans la trompe, uniquement par le mécanisme de l'*adaptation tubaire;* mais chez nombre d'animaux, et entre autres chez la grenouille, le pavillon de la trompe est fixe, rattaché par des ligaments tout en haut, au niveau du péricarde. Ici, par suite, il ne peut être question d'adaptation du pavillon venant coiffer l'ovaire. Or, en examinant des grenouilles femelles à l'époque du rut, on constate que le péritoine de la paroi abdominale antérieure présente des traînées de cellules à cils vibratiles, et en déposant de la poudre de charbon sur cette surface, on voit que cette poudre est entraînée dans la région des orifices tubaires. Nous avons répété plusieurs fois cette expérience sur le mâle, à la même époque, sans constater rien d'analogue. L'examen microscopique d'un fragment du péritoine, même du mésentère (toujours sur un sujet femelle), permet de voir ces cils, et leurs mouvements agitant les particules qui nagent dans le liquide de la préparation.

Il est donc bien évident que ces cils doivent servir au transport des ovules détachés de l'ovaire, et, si l'on éprouvait quelque doute à ce sujet, en raison du volume de ces corps, nous avons constaté qu'il est facile, en déposant des ovules sur la muqueuse pharyngienne, de se convaincre que des cils vibratiles quelconques effectuent très facilement le déplacement des ovules et nous avons montré combien sont puissants les actes de transport effectués par les surfaces vibratiles

(voy. l'expérience dite de la *limace artificielle* dans le *Cours de physiologie*, de Kuss et Duval, 5e édit., Paris, 1883, p. 257).

On peut se demander si, chez les mammifères, il n'y aurait pas quelque chose de semblable, et si l'ovule, sorti de la vésicule de de Graaf, ne serait pas recueilli par des cils vibratiles tapissant la surface de l'ovaire, et dirigé ainsi jusque dans le pavillon, d'autant que Waldeyer a signalé l'existence de cils vibratiles sur le ligament tubo-ovarique. Comme les cils vibratiles péritonéaux de la grenouille femelle n'existent en grande abondance qu'à l'époque du rut, il en serait sans doute de même chez les femelles de mammifères, et entre autres chez la femme; l'époque de la menstruation coïnciderait avec le développement de ces cils (on sait que la menstruation est accompagnée d'une série de mues épithéliales, notamment dans l'utérus). C'est donc sur les femelles de mammifères sacrifiées au moment du rut qu'il faut faire la recherche de ces cils vibratiles dans la région de l'ovaire et des ligaments larges (*Cils vibratiles et adaptation tubaire*. Soc. de biologie, 13 mars 1880). — Ajoutons que, dans cette séance de la Société de biologie, MM. Malassez et de Sinéty ont déclaré que leurs propres observations tendent à confirmer les faits précédents et leurs déductions. En effet, M. de Sinéty a constaté sur des tumeurs des ligaments larges, et sur des kystes de l'ovaire qu'il a opérés, la présence d'un épithélium cylindrique à cils vibratiles, abondant surtout au voisinage des trompes. Ces cils, paraît-il, n'apparaissent chez la femme qu'au moment de la puberté. — Voy. aussi : (*Sur les cils vibratiles de la surface de l'ovaire*. Soc. de biologie, 17 décembre 1881 ; et Congrès de Reims, août 1880 : *Le mécanisme du transport intra-abdominal des ovules*).

Enfin, nous avons particulièrement attiré l'attention des embryologistes sur le fait de la *segmentation de l'ovule sans fécondation*, chez les batraciens, les oiseaux et même les mammifères, c'est-à-dire chez des êtres dont aucun ne présente normalement le phénomène de la parthénogénèse. Ces faits nous ont permis d'étudier la segmentation de

l'œuf d'oiseau dans des conditions particulièrement favorables (voy. ci-après les *Recherches sur la formation du blastoderme*), et d'autre part nous ont amené à donner une théorie satisfaisante de la production d'une classe particulière de monstres (*monstres par défaut de fécondation*, voy. ci-après les études de *Tératogénie*). Nous en tenant pour le moment au fait pur et simple, nous dirons que, sur les œufs produits par une poule séquestrée, loin de tout coq, sur des œufs semblables (non fécondés) de serin, de colin, de perruche ondulée, nous avons toujours, sans exception, trouvé le germe en voie de développement, c'est-à-dire à des phases plus ou moins avancées de la segmentation. Ces faits viennent confirmer ceux déjà signalés par Œllacher. Suit une étude critique sur les faits de même nature, observés par divers auteurs, sur divers œufs d'invertébrés et de vertébrés inférieurs. Ces œufs d'oiseaux, non fécondés et fraîchement pondus, sont toujours à des stades de segmentation moins avancés que les œufs fécondés et fraîchement pondus ; aussi ont-ils pu nous servir pour l'étude des premiers phénomènes de la formation du blastoderme, puisqu'ils correspondent aux stades que l'on trouve sur les œufs fécondés récoltés seulement dans l'oviducte même de l'animal sacrifié (*Sur la segmentation sans fécondation*. Soc. de biologie, 25 octobre 1884, p. 585).

Or la généralité du fait de la possibilité d'un commencement de développement de l'ovule en dehors de la fécondation, *chez les vertébrés*, est mise en évidence par l'observation d'un cas emprunté à l'espèce humaine et qui peut se résumer ainsi : examen des vésicules de de Graaf hypertrophiées, chez une femme morte de péritonite puerpérale; rencontre dans l'une de ces vésicules d'un ovule où la segmentation était aussi nettement dessinée que dans un œuf fécondé, tel qu'on l'observe sur la lapine par exemple; seulement les cellules de ce pseudo-blastoderme avaient déjà commencé à subir la métamorphose graisseuse (*Sur la segmentation sans fécondation même pour*

l'ovule de l'espèce humaine. L'Homme, journal des sciences anthropologiques, 10 mars 1885, p. 129).

SEGMENTATION.

(Nos 100, 139, 143, 150, 231.)

Segmentation et globules polaires. — Chez les batraciens, nous avons publié seulement quelques remarques sur ces deux questions; il s'agit d'observations faites sur des œufs de grenouille, quelques heures après la fécondation, et dans lesquelles il nous a été donné d'assister à la production des *globules polaires*, lesquels n'apparaissent qu'au moment où commence à se dessiner le premier sillon de segmentation sur le pôle supérieur de l'œuf. On voit se former jusqu'à trois globules polaires, qui présentent des rapports particuliers avec les deux premiers sillons. Suivent quelques considérations sur la manière dont, en chauffant légèrement les œufs de batraciens, on peut hâter leur développement, et notamment voir la segmentation arriver en quelques heures à un stade qu'elle n'atteint qu'au bout de quelques jours sous l'influence de basses températures (*Segmentation et globules polaires.* Soc. de biologie, 24 février 1883, p. 136).

Chez les oiseaux et les mammifères, au contraire, nous avons fait un très grand nombre de recherches relatives à la segmentation de l'œuf.

Segmentation de l'œuf d'oiseau (cicatricule). — Chez les oiseaux, nous avons d'abord établi qu'il n'y a pas, avant comme pendant la segmentation, de limite absolue entre le germe proprement dit et le vitellus blanc, pas plus qu'il n'y en a entre le vitellus blanc et le vitellus jaune. On ne peut pas même, pour établir une distinction de ce genre, dire que tout ce qui prend part à la segmentation est le vitellus

de formation ou germe, et que ce qui n'y prend pas part est le vitellus de nutrition, car, après que le blastoderme a été constitué, une segmentation secondaire se poursuit dans le reste du vitellus, sur le plancher et sur bords de la cavité sous-germinale. L'origine des noyaux libres qu'on trouve alors dans le plancher de cette cavité sous-germinale est la suivante : chacun d'eux provient de la division d'un noyau primitif dont l'autre moitié est restée dans une sphère de segmentation du germe; il n'y a donc plus à parler aujourd'hui de formation nouvelle (par genèse) de noyaux dans le vitellus (*Sur la segmentation, la cavité de segmentation et les noyaux libres du jaune*. Soc. de biologie, 27 décembre 1884). — Suit un parallèle avec ce qu'on observe dans l'œuf des batraciens, où la segmentation est très active à la surface du pôle supérieur, tandis qu'elle se poursuit de plus en plus lentement dans les régions qui s'éloignent de ce pôle; on trouve alors, dans la région du pôle inférieur, de gros segments pouvant contenir chacun trois ou quatre noyaux, c'est-à-dire qu'ici la division du noyau va plus vite que celle du corps de la cellule; la présence des noyaux libres dans le jaune des oiseaux est une forme exagérée de ce processus si net dans l'œuf de la grenouille.

Quant aux détails de la segmentation, ils ont été étudiés à fond dans le mémoire *sur la formation du blastoderme dans l'œuf d'oiseau* (1884) et peuvent être résumés par les conclusions suivantes. — La segmentation est excentrique, c'est-à-dire commence en un point qui ne correspond pas au centre du futur blastoderme, et se poursuit plus activement dans la région excentrique où elle a commencé. — Cette région correspond à la future région postérieure du blastoderme. — Pendant la segmentation, l'œuf d'oiseau présente, comme celui des vertébrés inférieurs, une véritable *cavité de segmentation* (*cs*, fig. 4, 5, 6), affectant la forme d'une fente, souvent difficile à reconnaître et qui marque dès lors la séparation de l'ectoderme d'avec les autres éléments blastodermiques. — En progressant en profondeur, au-dessous

de la cavité de segmentation, la segmentation entame des couches de vitellus qui doivent être considérées comme du vitellus blanc. — Lorsque la segmentation est arrivée à une certaine profondeur dans le vitellus blanc, elle semble s'arrêter ; en réalité il y a simplement mo-

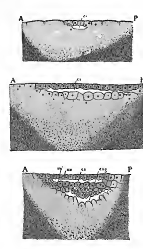


Fig. 4, 5, 6. — Trois stades de la segmentation de la cicatricule de l'œuf d'un oiseau ; — A indique l'extrémité antérieure, P l'extrémité postérieure du blastoderme ; — *cs*, cavité de segmentation ; — *csg*, cavité sous-germinale ; — *ex*, ectoderme ; — *in'*, endoderme primitif (1).

dification de son processus, de son rythme, c'est-à-dire que les derniers sillons horizontaux, isolant les sphères de segmentation les plus profondes, formées en dernier lieu, confluent en une fente au-dessus de

(1) Ces trois figures sont extraites du mémoire *De la formation du blastoderme dans l'œuf d'oiseau*, pl. I, fig. 2, 5, 7. — Elles ont été reproduites dans les traités classiques de Prenant, Gilis, O. Hertwig, etc.

laquelle est une masse de sphères de segmentation (blastoderme). Cette fente est la *cavité sous-germinale*, qui se produit d'arrière en avant (*csg*, fig. 6). Sa signification a donné lieu à bien des interprétations; nous démontrons qu'elle est l'homologue de la cavité intestinale primitive des batraciens (cavité d'invagination des vertébrés inférieurs). Nous arrivons ainsi, résultat d'importance capitale, à bien distinguer chez les oiseaux et une cavité de segmentation et une cavité gastruléenne, et par suite à distinguer, dans les couches formées par les sphères de segmentation, celle qui représente l'*ectoderme* (*ex*, fig. 6), et celle qui représente l'*endoderme primitif* (*in'*, fig. 6).

Segmentation de l'œuf des mammifères. — Quant aux mammifères, nous avons étudié la segmentation d'une part chez les *rongeurs* et d'autre part chez les *chéiroptères*. Chez les premiers, nous n'avons pu observer que quelques-uns des tout premiers stades, nos descriptions les plus complètes se rapportant surtout à des stades déjà assez avancés, alors que se dessine le processus d'inversion dont il sera question plus loin. Chez les chauves-souris (Murin) au contraire, nous avons pu *suivre tous les stades de la segmentation* jusqu'à la formation des deux feuillets primaires (*Études sur l'embryologie des chéiroptères*, 1re partie. Journal de l'anat., mars 1895). La figure 7, extraite de ce mémoire, résume les résultats de ces recherches. En A est l'œuf ovarien; en B l'œuf est divisé en deux segments, dont le plus petit est une sphère ectodermique, le plus gros une sphère endodermique. En C est l'œuf à trois segments; puis en D nous voyons que les cellules ectodermiques se divisent plus vite que les endodermiques, et, plus nombreuses, s'étalent graduellement à la surface des secondes moins nombreuses. C'est ce qu'on suit sur les figures E, F et G, où l'étalement des cellules ectodermiques sur les endodermiques arrive à recouvrir et envelopper presque entièrement ces dernières, sauf en une région *blastoporique*, qui elle-même se ferme bientôt (schéma H.) En I nous voyons ensuite la

masse endodermique incluse s'aplatir et s'étaler sur la surface interne de l'ectoderme, et former (en J) l'endoderme primitif.

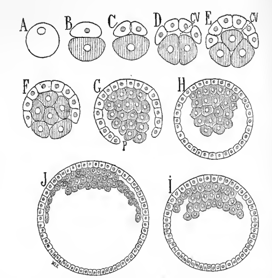


Fig. 7. — Schéma de la segmentation et de la formation des feuillets blastodermiques chez le Murin, à partir de l'œuf ovarien; — A, œuf ovarien; — B, stade de deux blastomères; — C, stade de trois segments (deux ectodermiques, un endodermique); — D, E, début et suite de l'épibolie des éléments ectodermiques; — F, G, l'ectoderme a recouvert les sphères endodermiques; — H, occlusion du blastopore; — I, étalement de la masse endodermique; — J, blastosphère monodermique dans son hémisphère inférieur, didermique dans le supérieur (1).

Des processus analogues, avec de légères variantes (par exemple quant à la situation de l'orifice blastoporique), avaient été décrits par

(1) *Embryologie des chéiroptères*, Journal de l'anat., mars 1895, schéma X, p. 151; ce schéma résume les figures de la planche III de ce mémoire.

van Beneden, et leur ensemble avait reçu, de cet auteur, le nom de *métagastrulation;* mais van Beneden avait été amené ensuite à abandonner sa conception de la *métagastrula*, sous l'influence des recherches faites sur ce qu'on a appelé la *couche de Rauber* du blastoderme de l'œuf de la lapine. Nous dirons plus loin comment il faut interpréter cette couche de Rauber.

Ligne primitive et blastopore.

(Nos 39, 60, 62, 96, 138, 139, 140, 159, 185 *bis*.)

Une question d'embryologie que nous avons particulièrement étudiée et que nous pensons avoir définitivement résolue, est relative à la signification de la *ligne primitive* du blastoderme de l'œuf des oiseaux.

Disposition de la ligne primitive. — Dans un premier mémoire

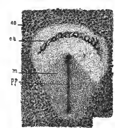


Fig. 8. — Aire transparente et ligne primitive à la quinzième heure de l'incubation; — *ao*, aire opaque; — *ca*, croissant antérieur ou d'accroissement de l'endoderme; — *pp*, ligne primitive; — *m*, région où apparaît le mésoderme (1).

(*Études sur la ligne primitive de l'embryon du poulet.* Annales des sciences naturelles, 1880, t. VII, nos 5 et 6, avec 4 planches), nous

(1) *Atlas d'embryologie*, pl. IV, fig. 64 (Reproduction par Prenant, *Embryologie*, fig. 146, p. 286).

étudions d'abord les faits, c'est-à-dire les rapports de la ligne ou gouttière primitive avec la gouttière médullaire. Contrairement à ce qu'on croyait jusqu'alors, nous démontrons que ces deux formations sont parfaitement distinctes (fig. 8 et 9) : elles se succèdent en effet

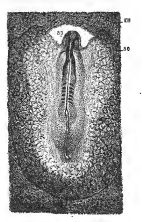


Fig. 9. — Ligne primitive et gouttière médullaire à la vingt-quatrième heure de l'incubation (1).

et coexistent pendant un certain temps, la gouttière primitive étant placée en arrière de la gouttière médullaire, sur son prolongement (fig. 9) ; l'une donne lieu à l'origine d'organes tout à fait différents de ceux qui se forment dans la région de l'autre ; bien plus, le blastoderme, dès le début, présente une constitution tout à fait différente dans la région de la future gouttière primitive et dans celle de la gouttière

(1) *Atlas d'embryologie*, pl. IV, fig. 76 (Reproduction par Prenant, *Embryologie*, fig. 148, p. 286).

médullaire. En effet, la gouttière primitive se forme dans la région postérieure de l'aire embryonnaire, et, apparue environ à la quatorzième heure de l'incubation, elle a atteint tout son développement vers la vingtième heure, tandis que la gouttière médullaire commence à apparaître seulement après la vingtième heure et uniquement dans la partie antérieure de l'aire embryonnaire; dès lors, la gouttière médullaire poursuivant son évolution pour donner lieu à la formation du tube encéphalo-rachidien, la gouttière primitive au contraire commence à s'atrophier, du moins d'une manière relative. — Quant à la ligne primitive elle-même, son sort est de prendre part à la formation de l'orifice cloacal, dont l'apparition est par conséquent très primitive, précédant celle de toute autre partie du corps de l'embryon.

Signification de la ligne primitive. — Passant alors à l'interprétation des faits, nous démontrons, dans une série de notes et mémoires, que la *ligne primitive* des oiseaux est l'homologue de l'*orifice rusconien* des batraciens. D'abord (*Ligne primitive et anus de Rusconi.* Soc. de biologie, 3 avril 1880), nous nous attachons à suivre dans leurs moindres détails les transformations de l'œuf de la grenouille et du crapaud commun, jusqu'à l'occlusion de la gouttière médullaire. Ces études, faites parallèlement sur des œufs intacts et sur des coupes, montrent qu'au premier abord il n'y a pas de ligne primitive chez ces batraciens; mais un examen plus attentif permet de constater que le cercle blanc qui occupe le pôle inférieur de l'œuf et qui est connu depuis longtemps sous le nom d'anus de Rusconi, affecte, lorsqu'il se rétrécit, comme pour se fermer, la forme d'une fente qui, par sa direction et ses rapports, présente la plus étroite homologie avec la ligne primitive du poulet. En effet, cette fente est limitée en avant par une saillie qui la sépare de l'extrémité supérieure de la gouttière médullaire, saillie qui donne naissance à l'appendice caudal, alors que la fente elle-même se transformera en anus, de sorte que l'anus de Rus-

coni correspond à l'anus définitif. Ces dispositions sont on ne peut plus évidentes sur l'œuf de la grenouille rousse. L'œuf du crapaud commun en présente de plus une particulière et fort intéressante au point de vue de l'embryologie comparée; ici, lorsque l'orifice de Rusconi se rétrécit, il circonscrit et étrangle une sorte de bouchon formé aux dépens des cellules blanches intérieures (cellules endodermiques de nutrition); et bientôt ce petit bouchon blanc devient libre et s'étale en une traînée blanche plus ou moins régulière, reposant dans l'axe de la fente formée par l'anus de Rusconi. Or nous avons pu constater que la ligne sombre connue depuis longtemps dans l'axe de la ligne primitive du poulet et qu'on avait confondue avec la corde dorsale (à l'époque où l'on confondait la ligne primitive avec la gouttière médullaire), est elle-même formée par de gros globules granuleux (granulations vitellines), auxquels nous avons donné le nom de *globules épiaxiaux*. La grosse traînée blanche qui existe dans l'anus de Rusconi du crapaud représente semblablement une grosse traînée de globules épiaxiaux. Ici leur origine endodermique est évidente; du reste, ils paraissent disparaître et ne servir à rien, comme ceux de la ligne primitive du poulet. Toujours est-il que c'est une nouvelle homologie qui permet décidément d'affirmer que la ligne primitive des oiseaux correspond à l'anus de Rusconi des batraciens. D'autre part, et quelques auteurs allemands ont insisté sur ce fait en en exagérant la fréquence, on observe souvent une sorte de chevauchement entre la ligne primitive et la gouttière médullaire chez le poulet, c'est-à-dire que l'axe de la ligne primitive vient tomber non sur l'axe de la gouttière médullaire, mais sur l'une des lames médullaires et d'ordinaire sur la lame du côté gauche. La même disposition se rencontre trés fréquemment sur l'œuf du crapaud, entre l'anus de Rusconi rétréci en fente et la gouttiére médullaire.

Ligne primitive et ombilic blastodermique. — Mais ces homologies

sont plus complexes qu'on ne le croirait au premier abord, vu la signification multiple de l'orifice rusconien des batraciens. Leur explication complète a été donnée d'une part dans deux notes (*L'ombilic blastodermique et l'anus de Rusconi.* Soc. de biologie, 8 et 15 mai 1880) et d'autre part dans le mémoire *Sur les annexes des embryons d'oiseau* (Journal de l'anat., 1884). L'anus de Rusconi a une double signification ; d'une

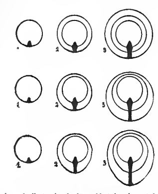


Fig. 10. — Schémas du mode d'extension du disque blastodermique et du mode d'allongement de la ligne primitive. Trois stades de cette extension sont représentés selon des types différents dans trois rangées horizontales. — La première rangée montre comment la ligne primitive s'allonge d'arrière en avant ; — la seconde rangée montre que l'accroissement du blastoderme est excentrique, plus rapide en arrière qu'en avant ; — la troisième rangée représente les changements de forme de l'ensemble du blastoderme (1).

part, il représente le lieu où se fait l'occlusion de la vésicule blastodermique, c'est-à-dire où se ferme le feuillet externe après avoir enveloppé tout le vitellus et ses sphères de segmentation, et d'autre part il repré-

(1) Cette figure, empruntée à Prenant, résume les schémas 9 à 20 et 30 à 33 de notre mémoire *Sur la formation du blastoderme dans l'œuf de l'oiseau* et schématise une partie des descriptions données dans ce mémoire.

sente le lieu où commencent à se montrer les premières indications de l'embryon, c'est-à-dire l'origine du *feuillet moyen*, qui apparaît comme une production de cellules ayant lieu aux dépens de la région (bord de l'anus de Rusconi) où le feuillet externe et le feuillet interne sont soudés l'un à l'autre et semblent se réfléchir pour se continuer l'un avec l'autre. Or, chez le poulet, vu le volume du vitellus (jaune de l'œuf), l'enveloppement de ce vitellus par le blastoderme demande un temps considérable (six ou huit jours), tandis que les premières traces de l'embryon apparaissent dès les premières heures de l'incubation ; c'est-à-dire qu'il y a ici *division du travail* et que la formation complexe, dite anus de Rusconi, chez les batraciens, est ici dédoublée en ses deux parties constituantes, lesquelles se produisent distinctement et à une grande distance l'une de l'autre : d'une part, l'occlusion blastodermique qui a lieu par la soudure des lèvres opposées du feuillet externe parvenu jusqu'au pôle inférieur du jaune (on peut donner le nom d'*ombilic ombilical* à ce lieu d'occlusion) ; d'autre part, le lieu où les deux feuillets (externe et interne) sont soudés, et au niveau duquel commence la production du feuillet moyen. Ce lieu, où les deux feuillets primitifs sont confondus, occupe d'abord le bord postérieur de la calotte blastodermique (fig. 10, en 1), puis s'allonge en suivant le mouvement d'expansion de cette calotte (série des schémas de la figure 10) ; il forme ainsi une sorte de traînée, le long de laquelle les cellules blastodermiques sont disposées d'une manière homogène, c'est-à-dire qu'on ne peut, sur une coupe, indiquer une limite entre le feuillet externe et le feuillet interne. C'est là précisément le caractère des lèvres de l'anus de Rusconi, le caractère du tissu de la ligne primitive. Si cette ligne présentait chez le poulet un orifice sur un point quelconque de son étendue, l'homologie de cette ligne primitive et de l'anus de Rusconi serait évidente sans plus ample examen ; il paraît en être ainsi pour le blastoderme des reptiles (serpent et tortue) et, d'après les recherches de Kuppfer, pour le blastoderme du perroquet. Il ne nous a

jamais été donné de voir à l'état normal une disposition semblable chez le poulet.

Mais, ainsi que nous l'avons décrit avec Fasola (*De quelques anomalies de la ligne primitive dans le poulet.* Arch. ital. de biologie, 1890, t. XIII, p. 82), sur des blastodermes de poulet présentant un développement anormal, par exemple sur un blastoderme où commençait à se développer un monstre double formé de deux gouttières réunies par leurs extrémités antérieures et divergentes par leurs extrémités postérieures, nous avons constaté que chaque ligne primitive, faisant suite à chacune de ces gouttières médullaires, présentait en arrière un orifice fort net donnant accès dans la cavité germinative (future cavité intestinale) ; ici, par suite d'un retard, sans doute, dans le développement de la ligne primitive, celle-ci se présente donc, grâce à cette perforation, sous la forme d'un anus de Rusconi très allongé, aplati transversalement et affectant une configuration linéaire ; à l'état normal, cette configuration est si accentuée et se produit si rapidement, que l'existence d'un orifice ne peut être constatée (du moins chez le poulet) ; il y a pour ainsi dire abréviation dans le processus de formation, de sorte que l'anus de Rusconi, au lieu de passer successivement de l'état d'orifice circulaire à celui de fente, puis à celui de ligne pleine, résultat de la soudure des deux lèvres de cette fente, affecte d'emblée le type de la ligne pleine ; mais, comme pour bien d'autres formations, les développements monstrueux nous présentent des phénomènes de retard grâce auxquels la ligne primitive peut être observée sous la forme de fente, d'orifice linéaire ou même d'orifice oblong.

Formations homologues de la ligne primitive. — Toutes nos recherches ultérieures ont confirmé ces conclusions. Ainsi l'étude d'œufs d'axolotl (*L'anus de Rusconi et la ligne primitive.* Soc. de biologie, 27 janvier 1883, p. 59) nous a montré que le sillon pigmenté qu'on trouve sur ces œufs et qui rappelle la ligne primitive des vertébrés su-

périeurs est formé par le rapprochement des bords de l'anus de Rusconi. En avant de ce sillon se forme la gouttière médullaire, dont les lames, facilement reconnaissables à leur coloration blanchâtre, se rapprochent, se soudent et recouvrent la partie antérieure du sillon (ligne primitive). Celui-ci communique alors en avant avec le canal médullaire, en arrière avec l'extérieur ; la partie antérieure forme une saillie qui deviendra la queue, la postérieure forme l'anus.

Nous avons pu alors résumer l'ensemble de ces conclusions, en nous attachant à préciser les rapports des parties avec la constitution du blastoderme dans les régions correspondantes, et montrer (*La signification morphologique de la ligne primitive*, mémoire accompagné de figures dans le texte. L'Homme, journal des sciences anthropologiques, 1884, n[os] 15 et 16) que les connexions de l'endoderme, dans toute la longueur de ce que nous nommons la plaque axiale, avec la masse endodermique primitive, existent dés l'apparition des premiers rudiments de cette plaque ; ces connexions sont celles qui existent entre ces mêmes parties dans le bourrelet blastodermique, et, en effet, la plaque axiale, morphologiquement et histologiquement, est un reste du bourrelet blastodermique. — Lorsque se creuse plus profondément la gouttière de la plaque axiale, laquelle devient ainsi la ligne primitive proprement dite, les connexions de l'endoderme paraissent devenir plus intimes, dans le fond de cette gouttière, avec la plaque axiale : en même temps celle-ci s'est divisée en endoderme définitif et en mésoderme proprement dit. C'est à la multiplication des éléments de cette plaque mésodermique, et à la manière dont ils se portent vers la périphérie qu'est due l'accentuation de la gouttière de la ligne primitive (fig. 11 et 14). — La plaque axiale de l'oiseau doit être considérée comme l'homologue de l'anus de Rusconi des batraciens. C'est *un orifice rusconien rudimentaire*, c'est-à-dire dont les lévres sont soudées en une sorte de raphé médian antéro-postérieur. C'est sur ces lèvres que se multiplient plus activement les éléments destinés à former le mésoderme (fig. 11).

Formation du blastoderme, et particulièrement de ses feuillets interne et moyen.

(Nos 134, 137, 138, 139, 150, 158, 159, 185 *bis*, 231.)

A. *Chez les oiseaux.* — La question de la formation du mésoderme et de l'endoderme définitif, par dédoublement de l'endoderme primitif, chez les oiseaux, a été de notre part l'objet de longues recherches, consignées principalement dans un gros mémoire : *De la formation du blastoderme dans l'œuf d'oiseau*, mémoire accompagné de 5 planches et de 66 figures schématiques dans le texte (Annales des sciences naturelles, Zoologie, 1884, t. XVIII, nos 1, 2 et 3). Quoique le blastoderme du poulet soit, depuis les premiers temps des recherches d'embryologie, le perpétuel objet d'étude des embryologistes, il s'en faut de beaucoup que les auteurs soient d'accord sur la constitution des feuillets blastodermiques de l'œuf avant l'incubation, sur les rapports de ces feuillets, et surtout sur l'origine du feuillet moyen aux premières heures de l'incubation. On peut même dire qu'il y a autant de manières de voir que d'auteurs. Grâce à une

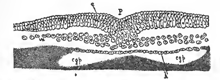


Fig. 11. — Constitution de la ligne primitive du blastoderme du poulet à la dixième heure de l'incubation (1).

(1) *Atlas d'embryologie*, pl. III, fig. 62 (Reproduction par Prenant, *Embryologie*, fig. 92, p. 159).

technique rigoureuse et précise, ayant pour objet principal d'une part l'orientation du disque blastodermique quant aux futures régions antérieure et postérieure de l'embryon, et d'autre part, l'obtention de coupes régulièrement sériées, sans lacunes, je crois être arrivé à trancher les questions en litige et à montrer que chaque auteur a vu une partie de la réalité, mais seulement une partie, en raison du manque de coupes sériées, sans lacune ; en un mot, le blastoderme, en apparence homogéne, est déjà différencié en régions postérieure et antérieure, et le désaccord des auteurs résulte de ce que chacun d'eux avait conclu d'après les dispositions propres à une seule région, en les



Fig. 12. — L'ectoderme constituant à lui seul la périphérie du blastoderme à la dixième heure de l'incubation ; — *b*, bourrelet ectodermique marginal (1).

généralisant à tort à toute l'étendue du disque blastodermique. J'ai pu faire ainsi le *déterminisme* de chacune des théories précédemment émises. Mes résultats sont plus complexes que ceux antérieurement énoncés, parce que le sujet est en réalité trés complexe, et que la région antérieure du blastoderme diffère déjà de la région postérieure autant que, sur l'embryon qui doit s'y former, la tête différera de la queue. Pour faciliter l'intelligence de ces faits, j'ai dû accompagner ce mémoire de plusieurs planches et d'un trés grand nombre de figures schématiques intercalées dans le texte.

Les principales conclusions de ce mémoire sont les suivantes : — Le blastoderme de l'œuf fraîchement pondu se compose de deux couches

(1) *Atlas d'embryologie*, pl. III, fig. 57-59 (Reproduction par Prenant, *Embryologie*, fig. 92, p. 159).

de cellules; les cellules de la couche supérieure, disposées en une seule rangée, sont nettement différenciées de manière à constituer un feuillet externe, un ectoderme, ayant déjà ses caractères définitifs;

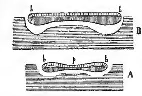


Fig. 13. — Blastoderme de l'œuf d'oiseau au stade du *bourrelet blastodermique marginal* (*bb*); — en A, coupe faite au niveau de la région de la ligne primitive (*p*); — en B, coupe pratiquée en avant de la ligne primitive (1).

les cellules de la couche inférieure sont à l'état de sphères de segmentation et ne constituent pas encore un véritable feuillet blastodermique, mais une masse irrégulière aux dépens de laquelle se constitueront d'une part l'endoderme, et d'autre part le mésoderme. On

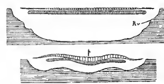


Fig. 14. — Blastoderme d'oiseau après la disparition du bourrelet blastodermique marginal, aussi bien dans la région antérieure du disque blastodermique (schéma supérieur) que dans la région de la ligne primitive (schéma inférieur) (2).

(1) Schémas 22 et 26 du mémoire *sur la formation du blastoderme dans l'œuf d'oiseau*, reproduits dans la figure 48 du *Traité d'embryologie* de Prenant.

(2) Schémas 22 et 23 (blast. de l'œuf d'oiseau), reproduits dans la figure 49 du *Traité d'embryologie* de Prenant.

peut donner à cette masse le nom d'*endoderme primitif*. — Ces deux feuillets primaires (ectoderme et endoderme primitif) affectent des rapports particuliers sur les bords du disque blastodermique. A un premier stade, ce bord est renflé en un *bourrelet blastodermique*, au niveau duquel l'ectoderme se continue avec l'endoderme primitif (fig. 13); dans un second stade l'ectoderme se sépare de l'endoderme primitif, et s'étend isolément sur le vitellus, tandis que l'endoderme se soude avec le rempart vitellin (fig. 11 et 14). — Mais la soudure primitive persiste dans la région postérieure du disque, et y forme une *plaque axiale* qui n'est autre chose que la ligne ou gouttière primitive (fig. 11). — C'est au niveau de cette plaque axiale que se produit tout d'abord le dédoublement de l'endoderme primitif en endoderme proprement dit et mésoderme, et c'est à la multiplication des éléments de la *plaque mésodermique* ainsi produite, et à la manière dont ces éléments se portent vers la périphérie, qu'est due l'accentuation de la gouttière de la ligne primitive (fig. 11). — Cette dernière disposition, loin de devoir être interprétée dans le sens d'une origine ectodermique du mésoderme (théorie de Kœlliker), s'explique par les notions d'embryologie comparée; en effet la plaque axiale est une région intermédiaire à l'ectoderme et à l'endoderme, une région ectodermo-endodermique, qui, chez l'oiseau, par le fait de la séparation de l'endoderme définitif, ne conserve plus de connexions qu'avec l'ectoderme; de là les apparences qui ont pu faire penser à une origine ectodermique des éléments du feuillet moyen.

B. *Chez les mammifères*. — Nous avons étudié la formation de l'endoderme et du mésoderme chez les rongeurs et chez les chéiroptères.

Chez les rongeurs, cette formation est compliquée par le singulier phénomène connu sous le nom d'*inversion des feuillets*. Nous en parlerons plus loin.

Chez les chéiroptéres, nous avons constaté une apparition trés précoce de l'amnios et trouvé, dans ce processus même, les éléments nécessaires pour expliquer les contradictions auxquelles a donné lieu l'étude de la formation des feuillets chez le lapin. L'apparition précoce de l'amnios donne lieu à un épaississement ectodermique que les auteurs avaient pris pour la formation mésodermique; la *couche de Rauber* de l'œuf de la lapine, couche qui a donné lieu à tant d'interprétations diverses, n'est autre chose qu'une exfoliation de cette formation amniotique précoce. De l'ensemble de ces études (*Embryologie des chéiroptères*. Journal de l'anat., mars 1896, p. 163), il résulte : « que l'ectoderme formatif ou définitif dérive de *l'ectoderme primitif et non du reste vitellin ou masse interne*, *cette masse interne* (masse endodermique) *étant destinée à donner uniquement l'endoderme* (d'où dérivera plus tard le mésoderme). Cette derniére conclusion justifie ce que nous avons annoncé dés le début de ce mémoire, aprés avoir étudié la segmentation chez le murin, à savoir que nous reprenions la théorie de la *métagastrula* (ci-dessus, p. 19 de cette notice), abandonnée par son auteur même, van Beneden. — Chercher la formation de la gastrula d'un animal, c'est étudier le mode de formation de son ectoderme et de son endoderme. Dés que ces deux feuillets existent, la gastrula est constituée. Que la formation du mésoderme et de la corde dorsale aient des rapports avec la gastrulation, cela est trés variable selon les espéces animales. En étudiant l'origine de la corde dorsale chez le murin, nous avons vu que chez lui elle est indépendante de la gastrulation.

Nous nous en tenons donc à la définition rigoureuse de la gastrula, c'est-à-dire à l'étude de l'origine des deux feuillets primaires, ectoderme et endoderme. Van Beneden avait merveilleusement, dans sa métagastrula, tracé l'histoire de ces deux feuillets primaires chez le lapin et chez les chéiroptéres. Il a été amené à abandonner sa conception premiére sous l'influence des travaux de Rauber et de Kœlliker. Nous

avons montré comment sa métagastrula était cependant toujours valable pour le murin; nous avons essayé de lui restituer sa valeur pour le lapin, en faisant une étude critique de la couche de Rauber et de l'ectoderme formatif, et cette étude a eu pour base la recherche d'un parallélisme à établir entre les faits sériés que nous avons

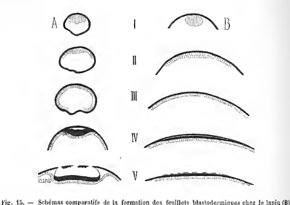


Fig. 15. — Schémas comparatifs de la formation des feuillets blastodermiques chez le lapin (B) et chez le murin (A); — I, stade de la vésicule blastodermique monodermique avec une masse endodermique; — II, stade d'étalement de la masse endodermique; — III, stade d'achèvement de l'endoderme; — IV, stade de la couche de Rauber chez le lapin, et de la masse amniotique chez le murin; — V, stade de l'exfoliation de la couche de Rauber et de la dislocation de la masse endodermique (1).

observés chez le murin, et les faits jusqu'à présent mal coordonnés, à notre avis, décrits par les divers auteurs, dont et surtout van Beneden, chez le lapin. Nous ne saurions donc mieux terminer ce résumé que par un schéma représentant ce parallélisme.

(1) *Embryologie des chéiroptères*. Journal de l'anat., mars 1896, schéma XXVIII, p. 163.

Ce schéma (fig. 15) donne en effet les cinq stades que nous avons cherché à établir pour le développement du blastoderme de la région embryonnaire du lapin, stades mis en parallèle avec ceux que nous avons directement observés chez le murin. Dans la rangée verticale A est le développement du murin; dans la rangée verticale B est le développement du lapin. Lapin et murin sont les termes extrêmes des séries de mammifères que nous avons passées en revue (taupe, musaraigne, hérisson, porc) et il serait facile de les intercaler ici en rangées verticales intermédiaires; mais il nous suffit de représenter les deux extrêmes. Enfin, comme explication de ce tableau de schémas récapitulatifs, nous rappellerons seulement que: en I est le stade de la vésicule blastodermique monodermique avec un gros reste vitellin; en II, le stade d'étalement encore incomplet de ce reste vitellin (prétendu stade tridermique de van Beneden); en III, le stade d'achévement de l'endoderme par l'étalement complet du reste vitellin (le stade didermique primitif); en IV, le stade de la couche de Rauber, stade en apparence tridermique, mais ne présentant en réalité que deux feuillets, l'endoderme d'une part, et d'autre part l'ectoderme divisé en deux couches; en V, le stade d'élimination de la couche de Rauber (stade didermique secondaire).

Extension du mésoderme. — Chez les mammifères, comme chez les oiseaux, le mésoderme, ayant pris naissance au niveau de la ligne primitive, s'étend entre les deux autres feuillets en présentant une disposition particulière; il s'étend d'abord en arrière, puis sur les côtés, et seulement au niveau de la ligne primitive (fig. 16, en I et II); puis il s'étend en avant, dans la région du corps de l'embryon; enfin il dépasse en avant le corps de l'embryon (gouttière médullaire); mais alors il forme, latéralement, deux cornes (fig. 16, en III) ou prolongements symétriques, entre lesquelles reste longtemps une région dépourvue de mésoderme; c'est cette région qui est connue,

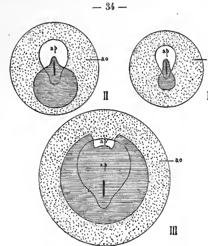


Fig. 16. — Trois schémas de l'origine du mésoderme (I), de son extension d'abord en arrière (II), puis sur les côtés et en avant (III) (1).

depuis les travaux de van Beneden, sous le nom de *région proamniotique*.

INVERSION DES FEUILLETS BLASTODERMIQUES CHEZ LES RONGEURS.

(Nos 183, 202, 213, 232.)

Cette singulière disposition morphologique, découverte en 1852 par Bischoff chez le cochon d'Inde, consiste, en apparence, en ce que, chez cet animal, il existerait deux feuillets blastodermiques primaires,

(1) *Formation du blastoderme dans l'œuf d'oiseau*, schémas 41, 42, 43 (Reproduits par Prenant, *Embryologie*, fig. 149, p. 287).

l'un externe, l'autre interne, comme chez tous les autres vertébrés; mais le feuillet interne, au lieu de donner naissance au tube digestif et à ses annexes, serait l'origine du système nerveux, des organes des sens, de l'amnios; par contre, le feuillet externe, au lieu de former le systéme nerveux, etc., formerait le tube digestif. Ce serait donc ici, contrairement à la loi générale, le feuillet externe qui mériterait le nom d'intestino-glandulaire, et le feuillet interne celui de nervoso-sensoriel. Il y aurait donc *inversion*, soit qu'il faille entendre par là que les origines blastodermiques sont ici inverses de ce qui est la régle générale, c'est-à-dire que ce qui est fourni d'ordinaire par l'ectoderme provient ici de l'endoderme, soit qu'il faille entendre par le mot *inversion* un simple déplacement des feuillets, l'ectoderme occupant une situation interne, l'endoderme une situation externe. Ce probléme a exercé la sagacité d'embryologistes tels que Reichert, Balfour, Kupffer et Selenka. Ce dernier, en 1884, a commencé à jeter la lumière sur la question. A cette époque je m'occupais déjà du placenta des rongeurs, et j'avais réuni de bonnes coupes de l'utérus gravide du rat, de la souris et surtout du cochon d'Inde. Sur ces préparations je vérifiai quelques-uns des stades étudiés par Selenka, et je résolus de faire une série de leçons, à l'École d'anthropologie, sur les feuillets inversés des rongeurs, heureux de pouvoir enfin m'expliquer sur un cas qui faisait tache dans l'ensemble de la théorie du blastoderme. Tel fut en effet le sujet de mon cours pendant tout le mois de mai 1886. Et je fus heureux de voir qu'un de mes auditeurs, plus tard agrégé des Facultés de médecine, M. Assaky, ayant recueilli cette partie de mes leçons, put s'en servir pour la rédaction de sa thése sur le blastoderme, en reproduisant les figures qui servaient à mes démonstrations (Georges Assaky, *Origine des feuillets blastodermiques chez les vertébrés*. Thèse d'agrég. de Paris, 1886). Puis, de 1884 à 1892, j'ai poursuivi l'étude de la question, pour le cochon d'Inde, le rat et la souris seulement, et les résultats de ces

recherches ont été consignés dans le mémoire intitulé *Le placenta des rongeurs* (Paris, 1892).

Signification de l'inversion. — Nous avons alors démontré que la prétendue inversion se réduit à une production très précoce de l'amnios.

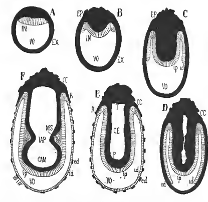


Fig. 17. — Les six premiers stades de l'inversion chez le rat; — EX, ectoderme; — IN, endoderme; — *id*, endoderme distal; — *ip*, endoderme proximal; — *ed*, ectoderme distal; — EP, épaississement ectoplacentaire; — VO, vésicule ombilicale (vésicule blastodermique); — CE, cavité ectodermique apparaissant seulement au stade D, et dont le toit (T) et le plancher (P) ne sont distincts qu'au stade E; — IAP, étranglement inter-amnio-placentaire; — MS, mésoderme (1).

L'amnios se dessine et se ferme avant l'apparition de l'embryon qu'il doit contenir, et qui ne se produit qu'ultérieurement, en apparenee dans l'intérieur et non à la surface de l'œuf; mais, si les feuillets interne et externe du blastoderme ont ainsi subi un déplacement, ils conservent cependant leur valeur et leur signification morpholo-

(1) *Placenta des rongeurs*, schéma LIV, p. 237.

giques générales, et l'embryologie des rongeurs dits à inversion ne diffère pas de celle des autres mammifères. Ne pouvant résumer ici le volumineux travail que nous avons publié sur ce sujet, nous donnerons seulement quelques figures capables de fournir une idée de ce qui se passe chez les rongeurs du type placentaire rat, souris. Le fait initial est (fig. 17, en A) un épaississement ectodermique, qui est en rapport avec la production ectoplacentaire et avec la formation de l'amnios.

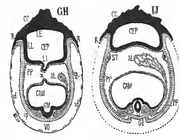


Fig. 18. — Les derniers stades de l'inversion chez le rat; — CEP, cavité ectoplacentaire; — PP, cavité pleuro-péritonéale; — CAM, cavité de l'amnios; — AL, allantoïde; — GM, gouttière médullaire; — GI, gouttière intestinale; — ST, place du sinus terminal; — R, zone résiduelle des feuillets distaux de l'ectoderme et de l'endoderme (1).

Cet épaississement fait saillie à la surface et dans l'intérieur de l'œuf (fig. 17, en B et C), puis forme un véritable bouchon, plein et massif, qui descend dans la cavité blastodermique (VO), en refoulant l'endoderme et s'en revêtant, de sorte qu'on peut distinguer un endoderme proximal (*ip*) et un endoderme distal (*id*). C'est au stade représenté par la figure D que se produit un clivage, une fissuration du cylindre ectodermique plein, et la fente ainsi produite, s'élargissant progressivement, donne lieu à la formation d'une large cavité ectodermique (schémas E et F). Celle-ci présente bientôt un étranglement (fig. 17,

(1) *Placenta des rongeurs*, schéma LV, p. 239.

en F; et fig. 18, en GH), qui la divise en une partie supérieure, ou *cavité ectoplacentaire*, et une partie inférieure, ou *cavité amniotique*, et, lorsque ces deux cavités se sont complétement séparées l'une de l'autre, alors seulement apparaît l'embryon (fig. 18, en IJ; — GM, gouttière médullaire; GI, gouttière intestinale) dans la cavité amniotique; puis l'allantoïde (AL) se forme et dés lors le processus du développement est semblable à ce qu'on connaît pour les autres mammiféres. Tous ces faits et interprétations ont été confirmés par les recherches de M. H. Cristani (*L'inversion des feuillets blastodermiques chez le rat albinos*. Archives de physiologie, 1892, t. IV, n° 1).

Causes de l'inversion. — Nous avons dû nous préoccuper des causes déterminantes de ces dispositions particuliéres, et pensons avoir démontré qu'elles sont dans la forme de la cavité où se trouve placé l'œuf tout au début de son développement. Chez le lapin, l'œuf se développe dans une large cavité utérine, la muqueuse ne subissant d'hypertrophie que dans les deux régions cotylédonaires; l'œuf conserve sa forme sphérique, et se dilate dès le début en une large vésicule pleine de liquide. Au contraire, chez le campagnol, le rat, la souris, le cochon d'Inde, la muqueuse, au niveau du point où s'arrête un œuf, subit une hypertrophie totale qui oblitère complétement sa lumière. Nous avons étudié ce processus dans tous ses détails. Qu'il nous suffise ici de dire que le point de la cavité où s'est arrêté l'œuf se réduit bientôt à n'être plus qu'une sorte de tube long et étroit, disposé perpendiculairement à l'axe de la corne utérine; c'est ce qui a fait croire à plusieurs auteurs, depuis Bischoff, que l'œuf du cochon d'Inde allait se loger dans une des glandes tubulaires de l'utérus et s'y développait. L'œuf est donc obligé, de par cet encapsulement particulier, de prendre une forme semblable à celle de la cavité qui le contient. Il ne peut se dilater et devenir sphérique; il reste petit et s'allonge en un mince cylindre. De là l'ovo-cylindre connu depuis Bischoff. Supposons qu'un œuf de

lapine se trouve dans les mêmes conditions; on conçoit que, son développement s'accomplissant comme il se fait d'ordinaire, avec cependant les anticipations et retards divers sur lesquels nous nous sommes souvent expliqué, il arrivera par le simple fait de la forme cylindrique allongée qui lui est imposée, il arrivera, disons-nous, peu à peu à prendre les dispositions caractéristiques des rongeurs à inversion.

Mais l'inversion s'accompagne de l'atrophie de certaines parties des parois de la vésicule blastodermique, et ce qui prouve que les explications

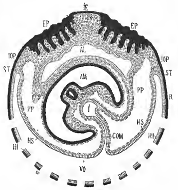


Fig. 19. — Schéma de l'œuf de la lapine au quinzième jour, pour montrer l'invagination de la vésicule ombilicale et l'atrophie de son hémisphère distal (HI); — EP, ectoplacenta; — — AL, cavité de l'allantoïde; — PP, cavité pleuro-péritonéale; — VO, cavité de la vésicule ombilicale (1).

purement mécaniques ne sauraient suffire ici, c'est que l'œuf de la lapine présente aussi cette atrophie et par suite une forme rudimentaire d'inversion. Ce fait, qui est l'un des résultats les plus importants de nos recherches, mérite d'être résumé ici, au moins par la reproduc-

(1) *Placenta des carnassiers*, schéma XXII, p. 178.

tion du schéma ci-joint (fig. 19) qui montre, chez le lapin, un changement de forme de la vésiculeo mbilicale par descente, invagination, retournement de sa moitié supérieure, et, en même temps, l'atrophie et la résorption de sa moitié inférieure (HI, fig. 19), d'où il résulte que, dès le quinzième jour, la plus grande partie de la surface de l'œuf est formée comme chez les rongeurs inversés, non par un revêtement ectodermique, mais bien par un épithélium endodermique.

Développement de divers organes ou formations embryonnaires.

Corde dorsale (n°s 77, 158, 185 *bis*). — Déjà dans le mémoire sur la ligne primitive (1880) j'avais montré que chez le poulet la corde dorsale dérive directement de l'endoderme. En 1881 (*Origine endodermique de la corde dorsale*. Soc. de biologie, 21 mai 1881), j'ai décrit des préparations d'œufs de *Rana temporaria*, où l'origine endodermique de la corde dorsale est on ne peut plus évidente. On y voit, en effet, sur les coupes perpendiculaires à l'axe, la corde dorsale apparaître tout d'abord comme un petit diverticule creux de l'endoderme, lequel diverticule se pédiculise et finalement se sépare complètement du feuillet interne (*Tribune médic.*, 29 mai 1881). — Chez les mammifères, les dispositions sont les mêmes, du moins chez le murin (*Embryologie des chéiroptères*).

Sinus rhomboïdal (*Recherches sur le sinus rhomboïdal des oiseaux, sur son développement et sur la névroglie périépendymaire*, mémoire accompagné de 6 planches. Journal de l'anat., janvier 1877). — D'après les anciennes données classiques, le canal central de la moelle des oiseaux se dilaterait dans la région lombo-sacrée, de manière à former une excavation remarquable connue sous le nom de *sinus rhomboïdal*, tapissée de substance grise, comme le quatrième ventricule (de la région

bulbaire). Or les recherches exposées dans ce mémoire ont montré qu'il n'y a aucun rapport à établir entre le ventricule du bulbe et le prétendu sinus rhomboïdal dit aussi *ventricule lombaire*. Ce sinus, lorsqu'il se présente, sur une préparation anatomique, comme un évasement, un espace vide, n'est en réalité qu'une cavité artificielle, créée d'une manière factice, lors de l'extraction ou de la mise à nu de la moelle,

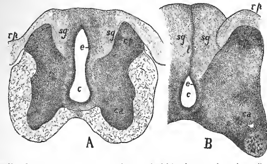


Fig. 20. — Coupes de la région du prétendu *sinus rhomboïdal* des oiseaux; embryon du neuvième (A) et du quinzième jour (B); — *sg*, substance gélatineuse qui remplit le prétendu sinus (1).

par l'arrachement d'une substance qui, à l'état normal, remplit complètement l'espace situé entre les cordons postérieurs de la moelle. Le canal central ne s'ouvre nullement à ce niveau, mais continue son trajet en conservant sa forme et ses dimensions primitives ; il est alors creusé dans la substance d'aspect gélatineux qui remplit le prétendu sinus rhomboïdal. Cette substance gélatineuse se présente comme une masse d'un tissu particulier provenant en ce point d'un développement considérable de la *névroglie périépendymaire*, qui partout ailleurs ne forme qu'une couche relativement très mince autour du canal central.

(1) *Sinus rhomboïdal des oiseaux*, pl. IV, fig. 1 et 2 (Reproduites par Prenant, *Organogénie*, fig. 187, p. 431).

Aussi peut-on, au niveau du sinus rhomboïdal des oiseaux, étudier très facilement la nature de la névroglie périépendymaire et se convaincre que, si elle a l'aspect d'un *tissu réticulé*, telle n'est pas ici sa vraie nature, car elle est en réalité formée de grosses cellules vésiculeuses pressées les unes contre les autres, constituant un tissu qui ressemble à celui de la corde dorsale. L'étude du développement de la région sacrée de la moelle des oiseaux (fig. 20) permet d'assister à la formation de ce tissu périépendymaire, et de se convaincre de la forme vésiculeuse des grandes cellules qui, par leurs dispositions réciproques, donnent à l'ensemble l'aspect d'un tissu réticulé.

Le fond ou plancher de ce sinus rhomboïdal est formé non de substance grise, mais d'une couche de substance blanche : il y a donc à revoir les expériences dans lesquelles on a pensé mettre en jeu l'excitabilité de la substance grise centrale en portant une excitation sur les parois ventrales du prétendu ventricule lombaire des oiseaux.

Ganglions spinaux (n°s 73, 76, 153, 157). — Confirmant et complétant les recherches de Balfour sur les poissons cartilagineux, de Hensen sur le lapin, de Kœlliker sur le poulet, j'ai montré (*Origines et connexions embryonnaires des nerfs spinaux.* Soc. de biologie, 17 octobre 1885; et *Atlas d'embryologie*) que, chez les batraciens comme chez les oiseaux, les ganglions spinaux ne sont pas formés par des cellules mésodermiques, selon la manière de voir de Remak et l'opinion d'Alex. Gœtte, mais qu'ils se produisent sous la forme de bourgeons cellulaires (cellules ectodermiques) se détachant du cordon ectodermique qui relie la moelle à l'ectoderme, au moment où la gouttière médullaire vient de se fermer. — Ce qui est vrai des ganglions spinaux, l'est également de leurs homologues crâniens, c'est-à-dire, par exemple, du ganglion de Gasser, annexé à la cinquième paire crânienne. C'est ce que nous a montré l'étude d'un monstre otocéphale (*Sur un monstre otocéphale.* Soc. de biologie, 2 mars 1881, et 17 octobre 1885). Pour

expliquer la disposition des racines bulbaires du trijumeau, chez ce monstre, dont le bulbe a été examiné au microscope, sur une série complète de coupes fines, on est amené à faire l'hypothèse que les racines postérieures (fibres nerveuses) se développent du ganglion vers la moelle et non de la moelle vers le ganglion. De nouvelles recherches à cet égard (*Atlas d'embryologie*) viennent de nous confirmer dans cette manière de voir en montrant qu'il faut distinguer deux modes successifs et différents de connexions entre les ganglions et la moelle : 1° les connexions originelles: elles sont telles que le ganglion, apparaissant sous forme d'un bourgeon cellulaire parti du cordon ectodermique qui relie à l'ectoderme la moelle en voie de formation, est relié par un tractus cellulaire à la moelle; 2° les connexions fonctionnelles et définitives : elles sont telles que, le ganglion descendant entre la moelle et la masse prévertébrale, la connexion sus-indiquée est rompue, mais une nouvelle connexion s'établit au moyen de prolongements (fibres nerveuses en voie de formation) qui partent du ganglion pour aboutir à la moelle et la pénétrer.

Poumon. — La question de savoir si les culs-de-sac terminaux du poumon en voie de développement se forment par des bourgeons creux, est facilement élucidée chez les batraciens dont le poumon représente un seul infundibulum relativement énorme, et qui est creux dès sa première apparition (*Quelques points de l'embryologie des batraciens, poumon; amnios partiel.* Soc. de biologie, 18 octobre 1879). — Suivent quelques considérations d'embryologie comparée relativement au sac péribranchial du têtard, sac qu'on peut comparer à un amnios partiel, et relativement à l'ordre d'apparition des membres chez les batraciens selon le développement phylogénique et le développement ontogénique (voy. *Biologie*, Comptes rendus, vol. XXXI, p. 297).

Poils et plumes (Note pour servir à l'étude de quelques papilles vas-

culaires : vaisseaux des poils, substance médullaire, mémoire accompagné de 2 planches. Journal de l'anat., janvier 1873). — Cette étude sur la papille vasculaire des poils dans ses rapports avec la substance médullaire montre que, dans les grands poils tactiles, la papille vasculaire, après avoir fourni un réseau dans la base du bulbe pileux, se continue en une anse vasculaire qui parcourt une certaine longueur de l'axe de la racine du poil, anse vasculaire accompagnée d'un tissu presque amorphe, vaguement fibrillaire et analogue à celui de la pulpe dentaire. Ce n'est qu'à partir du point où se termine l'anse vasculaire centrale qu'on trouve dans l'axe du reste du poil la véritable substance médullaire formée de cellules épidermiques arrondies ou polyédriques, souvent aplaties. Cette moelle, analogue à celle qu'on trouve dans le tuyau des plumes des oiseaux, n'est point, comme l'avaient avancé quelques auteurs, le reste d'une papille dermique, mais bien la conséquence du retrait de cette papille, qui, en s'atrophiant, se coiffe des lamelles épidermiques les plus internes du tube corné, lamelles entraînées un instant par elle dans sa marche rétrograde et qui restent plus ou moins régulièrement échelonnées dans le tube sous forme de cloisons. L'étude de la moelle des poils du porc-épic et du hérisson rend très évidents ces phénomènes qui accompagnent le retrait de la papille vasculaire des poils et des plumes.

Appareil génito-urinaire (nos 70, 72, 80, 91, 94, 95). — Nous avons précisé la connaissance de plusieurs faits relatifs au pronéphros et au mésonéphros, en insistant particulièrement sur l'origine péritonéale de ces formations (*Note sur l'embryologie de l'appareil rénal.* Soc. de biologie, 19 février 1881 ; Gazette médicale, 12 mars 1881). En effet, si le rein du mammifère adulte est précédé par une sorte de rein transitoire dit corps de Wolff, ou rein primordial, il est facile de constater chez les batraciens (et l'observation peut être ensuite étendue aux oiseaux et mammifères) que ce rein primordial lui-même est

précédé par un autre appareil rénal rudimentaire, formé purement et simplement par un large diverticule de la cavité péritonéale, avec un gros et unique glomérule faisant saillie dans la cavité même du péritoine. C'est le canal excréteur de ce rein, canal d'origine péritonéale, qui forme le *canal de Wolff*, sur lequel se développent ultérieurement les *canalicules de Wolff* (le tout constituant le corps de Wolff). Or les canalicules de Wolff ne proviennent pas, comme l'avait cru Waldeyer, de bourgeons partant du canal de Wolff, mais bien d'invaginations péritonéales qui viennent rejoindre ce canal et s'aboucher dans sa cavité ; de sorte qu'on peut dire que le corps de Wolff est d'origine doublement péritonéale, et par son canal principal, et par ses canalicules secondaires. Or le rein définitif, le rein des vertébrés adultes, n'est autre chose qu'un bourgeon de la partie inférieure du corps de Wolff ; il en partage donc les origines péritonéales, mais d'une manière indirecte. Toujours est-il que ces rapports embryologiques sont à rapprocher des faits cliniques signalés par quelques auteurs, et qui montrent que le rein peut se prendre dans une affection péritonéale, et réciproquement, non par contiguïté de tissus, mais par maladie de système, absolument comme, dans le rhumatisme, la séreuse arachnoïde peut se prendre en même temps que la séreuse péricardique ou que les séreuses articulaires.

Dans le mémoire *Sur le développement de l'appareil génito-urinaire de la grenouille* (*Le rein précurseur*, mémoire accompagné de 2 planches. Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1882), nous avons fait l'étude complète du développement et de l'histologie de l'appareil rénal que possèdent les larves de grenouille jusqu'à l'époque de l'apparition des bourgeons des membres. Placé dans la paroi du corps, immédiatement en arrière de l'oreille interne, ce rein, dit *cervical*, à cause de sa situation, ou *précurseur* (pour le distinguer du corps de Wolff, ou *rein primitif*, qui apparaîtra ultérieurement), est constitué par un tube décrivant de nombreuses circonvolutions et communiquant

avec la partie correspondante de la cavité péritonéale à l'aide de trois *néphrostomes*, ouvertures infundibuliformes garnies de longs cils vibratiles ; en face de ces néphrostomes est disposé, dans la cavité péritonéale, au-dessus du poumon en voie de formation, un *unique et énorme glomérule*, qui reçoit ses vaisseaux de l'aorte correspondante. Le tube contourné du rein précurseur se continue en arrière par un canal qui parcourt la région dorsale de la cavité péritonéale, pour aller s'ouvrir dans la portion postérieure de l'intestin ; ce tube excréteur du rein précurseur est le *canal de Wolff*, sur lequel viendront ultérieurement s'aboucher les *canalicules de Wolff*, le tout devant alors constituer le *corps de Wolff* proprement dit.

L'appareil glomérulaire primitif méritait aussi une étude à part (*Du rein précurseur des batraciens*. Soc. de biologie, 21 octobre 1882, p. 640). En effet, le gros glomérule annexé au rein cervical ou précurseur de la larve de grenouille est contenu dans une loge péritonéale que des adhérences du poumon (en voie de formation) isolent de la cavité générale de la séreuse ; cette loge péritonéale représente ici l'analogue de la cavité d'une capsule de Bowman du rein du mammifère adulte, nouveau fait à l'appui des diverses données embryologiques qui doivent faire considérer l'appareil rénal comme une formation dérivée de la séreuse péritonéale.

Cœur (nos 34, 162). — Nos études ont surtout porté sur l'observation physiologique des mouvements du cœur, tout à son début, chez l'embryon (*Du développement et du fonctionnement du cœur chez l'embyron.* En collaboration avec le docteur Laborde. Société de biologie, 1878, et Bull. de l'Académie de médecine, 2e série, t. VIII, no 12). Le cœur de l'embryon se met en mouvement et entre en fonction, à peine formé, et alors qu'il n'est constitué que par un simple tube renflé. Dès la vingt-sixième heure de l'incubation (et peut-être plus tôt) on peut saisir quelques pulsations du tube cardiaque. A cette période, les élé-

ments protoplasmiques constitutifs du cœur sont absolument indifférents, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas encore revêtu les caractères d'éléments musculaires et ne sont pas en rapport avec des éléments nerveux. Cependant la propriété *contractile* de ces éléments formateurs se révèle par la mise en jeu et la manifestation, dès ce moment, de cette propriété physiologique : ce qui est une preuve nouvelle et topique de l'*autonomie fonctionnelle* de la propriété de *contractilité*.

La pulsation cardiaque, dès son début, commence par la *portion veineuse* du cœur; c'est, en conséquence, par la partie qui sera plus tard l'oreillette que commence la pulsation cardiaque; c'est également celle qui cesse de battre la dernière dans la mort du cœur (Bichat). Dans ses transformations morphologiques successives, de même que dans son fonctionnement intrinsèque, le cœur de l'embryon, futur animal à sang chaud, représente le cœur d'un animal à sang froid, — cœur de poisson d'abord, cœur de batracien ensuite. La pulsation, comme dans le cœur de ces animaux, s'y fait de la portion veineuse à la portion ventriculaire et artérielle, par une succession rythmique invariable, représentée par une mesure à trois temps.

A cette période, il ne paraît pas encore exister de disposition spéciale de nature à réaliser l'occlusion des orifices cardiaques. L'espèce de péristaltisme qui préside aux contractions successives des diverses portions du tube cardiaque suffit à rendre compte de la progression du liquide dans une direction déterminée et constante. L'adaptation du mécanisme fonctionnel des orifices intracardiaques aux progrès de la formation et du perfectionnement de l'organe se réaliserait au moyen d'une fente mobile, contractile, en bi-entonnoir, l'occlusion des orifices respectifs s'opérant par la contraction de la portion rétrécie de cette fente.

Préoccupé de savoir à quel moment précis commence la pulsation cardiaque rythmique et régulière, nous avons repris ces études et constaté chez le poulet ce mouvement *régulier* entre la trentième et la

trente-sixième heure, à un moment où les éléments nerveux et musculaires ne sont pas encore différenciés (*Recherches sur quelques points de la physiologie de l'embryon, et en particulier sur le fonctionnement du cœur, au moment de sa formation*. En collaboration avec le docteur Laborde. Mémoire paru dans le *Recueil des travaux du laboratoire de physiologie* de la Faculté de médecine de Paris, publié par J.-V. Laborde; Paris, 1885; mémoire accompagné de planches). C'est par l'extrémité veineuse que nous avons encore vu commencer la pulsation du tube cardiaque, et elle finit à l'extrémité artérielle (bulbe cardiaque). Au quatrième jour, il y a deux auricules très visibles et un ventricule; la pulsation, alors, comme chez les batraciens, commence par les auricules, s'étend au ventricule et au bulbe aortique. Cette observation est à rapprocher de celle qui est relative aux animaux adultes; on y constate la même succession en ralentissant les battements cardiaques au moyen du bromure de potassium. Ces faits sont à rapprocher de ceux que nous avons signalés relativement au fœtus humain (*Examen du bulbe d'un fœtus céphalotribié*. Soc. de biologie. Dans la note de M. le docteur P. Budin, sur la persistance des battements du cœur après la destruction du bulbe chez un fœtus, 19 mai 1883, p. 356). Il y avait eu persistance des battements du cœur, et cependant l'étude du bulbe montre que cet organe est entièrement désorganisé, que même le tronçon médullaire qui lui fait suite est comme vide de substance grise. Ce fait, observé dans l'espèce humaine, vient confirmer les faits bien connus des physiologistes comme résultats des expériences sur les animaux.

Œil (*Le développement de l'œil dans la série animale*, parallèle ontogénique avec 18 figures dans le texte. Revue scientifique, 12 mai 1883; Bull. de la Soc. d'anthropologie, t. VII, 1884, p. 837). — Étude parallèle des différents stades du développement embryologique de l'œil chez l'homme, et des formes successives de plus en plus perfectionnées qu'il présente dans la série des vertébrés, depuis la myxine,

l'*ammocetes* et la lamproie ; étude semblable pour l'œil des invertébrés qui présentent une rétine d'origine directement ectodermique (nautilus, gastéropodes, céphalopodes, etc.). — Voy. sur le *peigne des oiseaux*, les indications données ci-après : 2° *division*, *Anatomie* (nos 105, 145).

Oreille (n° 93). — Le muscle interne du marteau est une portion du segment musculaire embryonnaire de l'arc maxillaire ; on conçoit donc que ce muscle doive tirer son innervation de la racine motrice du trijumeau, comme tous les autres muscles de cet arc, c'est-à-dire qu'il partage l'innervation des muscles maxillaires ou masticateurs, ainsi que diverses expériences tendaient déjà à le démontrer. Par contre, le muscle de l'étrier, appartenant, comme cet osselet, au premier arc hyoïdien, c'est-à-dire à la série des muscles styliens, doit être et est en effet, comme ces muscles, innervé par le facial. Ce cas particulier nous a permis de présenter une série de considérations générales sur la manière dont les études embryologiques expliquent certains faits anatomiques en apparence paradoxaux (innervation différente des deux ventres du digastrique, trajet du nerf récurrent, dispositions des pneumogastriques droit et gauche, etc.) (*L'origine embryonnaire et l'innervation du muscle interne du marteau.* Soc. de biologie, 4 novembre 1882 ; Comptes rendus, n° 34, p. 653).

Annexes de l'embryon.

(Nos 23, 58, 59, 62, 79, 126, 129, 138, 141, 202, 232, 233.)

De toutes nos recherches d'embryologie, celles qui ont fourni les résultats les plus nouveaux et les plus importants sont celles portant sur les annexes de l'embryon, puisqu'elles nous ont amené à l'étude du *placenta*, question sur laquelle nous avons publié déjà deux mémoires,

qui seront suivis sous peu de nouvelles publications. Nous passerons successivement en revue nos études sur l'*amnios*, la *vésicule ombilicale*, l'*allantoïde;* nous donnerons une place à part au *placenta*, qui depuis 1886 est l'objet de nos recherches.

Amnios. — Nous avons découvert chez le murin (*Embryologie des chéiroptères.* Journal de l'anat., septembre 1895) un mode singulier de

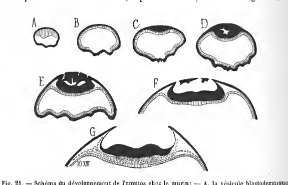


Fig. 21. — Schéma du développement de l'amnios chez le murin; — A, la vésicule blastodermique avec un feuillet ectodermique et une masse endodermique; — B, vésicule didermique; — C, début de la masse amniotique; — D et E, creusement et dislocation de la masse amniotique; — F, formation de la fosse amniotique; — G, formation définitive des replis amniotiques (1).

formation de l'amnios. Il se produit d'abord un épaississement massif de l'ectoderme (fig. 21, en C et D), processus qui rappelle la masse amniotique pleine du cochon d'Inde et des rongeurs en général (voir la fig. 17, ci-dessus, p. 36); mais, au lieu que cette masse se creuse, comme chez les rongeurs, d'une cavité centrale close de tous côtés, elle se disloque irrégulièrement chez le murin, et s'ouvre à la surface

(1) *Embryologie des chéiroptères.* Journal de l'Anat., mars 1896, schéma XIII, p. 106; ce schéma résume les figures des planches XI et XII de ce mémoire.

de l'œuf (fig. 21, en D, E, F), figurant une bourse largement étalée, dont les bords se relévent alors (fig. 21, en G) selon le type classique de replis amniotiques et produisent l'occlusion de l'amnios par leur rapprochement et soudure. Ce mode mixte de production de l'amnios est certainement un des phénoménes les plus curieux de l'embryologie du murin. Nous avons eu pour l'étudier une quantité surabondante de piéces, de sorte que nous avons pu en donner la démonstration de la maniére la plus compléte. Pour en fournir ici une rapide indication, nous donnons la figure 21, qui résume les stades successifs de cette évolution. Le schéma A représente le point de départ, c'est-à-dire la vésicule blastodermique constituée par un feuillet cellulaire ectodermique, lequel est doublé, à la face interne de son hémisphére supérieur, par une masse endodermique. Sur le schéma B, cette masse endodermique s'est étalée en un feuillet d'endoderme encore incomplet, c'est-à-dire ne doublant pas encore tout l'hémisphére inférieur. Alors commence, dans le schéma C, l'épaississement ectodermique qui forme la masse amniotique pleine ; cette masse, aprés avoir augmenté de volume, se creuse en son centre (schéma D), puis se disloque (schéma E), de telle sorte qu'elle se divise en un fond ou plancher, régulier, symétrique, représentant l'ectoderme formateur de l'embryon et de l'amnios, et un couvercle formé de débris irréguliers qui sont résorbés et disparaissent (schéma F). Enfin, aprés disparition de ces débris, on voit l'ectoderme formateur produire, dans sa partie médiane, les premiers rudiments de l'embryon, et, sur ses parties latérales, les replis amniotiques.—En cherchant la signification et les homologies de cette masse amniotique, nous avons été amené à donner une interprétation nouvelle des observations faites sur divers mammiféres, par Lieberkühn, Heape, Weysse, Hubrecht, Rauber et Kœlliker.

Pour ce qui est de l'amnios du poulet, nous n'avons eu que peu à ajouter aux notions classiques sur son développement, bien connu ;

mais nous avons pu apporter une contribution nouvelle à la connaissance de sa constitution histologique. En effet, comme l'avait déjà fait Vulpian, nous avons pu (*Quelques faits relatifs à l'amnios et à l'allantoïde*. Soc. de biologie, 22 mai 1880), par le mirage, constater que l'amnios présente des contractions rythmiques dans l'œuf intact. Les observations ayant été faites sur des œufs de petits oiseaux (rossignols, fauvettes), j'ai pu, grâce à la plus grande transparence de ces petits œufs, suivre bien plus facilement que sur les œufs de poule les oscillations rythmiques que l'amnios imprime au corps de l'embryon. Ces contractions sont donc bien décidément un fait physiologique, elles représentent une fonction de l'amnios : elles sont dues à des fibres musculaires lisses formant la couche fibreuse de l'amnios. Chose remarquable, malgré les recherches les plus attentives, je n'ai pu trouver de fibres musculaires lisses dans l'amnios des mammifères, alors qu'il est si facile de les constater sur l'amnios des oiseaux. Il est sans doute permis d'en inférer que, si l'embryon en voie de développement a besoin d'être soumis à certains déplacements rythmiques dans les eaux de l'amnios, chez les mammifères, les contractions des parois abdominales de la mère, ses mouvements respiratoires doivent suffire pour produire des compressions alternatives de tout l'œuf et par suite les déplacements du fœtus dans le liquide amniotique. Il semble donc inutile qu'il y ait une contractilité propre à l'amnios chez les mammifères ; dans l'œuf d'oiseau, au contraire, entouré d'une coquille solide, on conçoit que des mouvements ne peuvent être imprimés au liquide renfermé dans les membranes que par la contraction de ces membranes elles-mêmes. — Les fibres lisses de l'amnios du poulet forment une seule et mince couche, qu'on pourrait appeler une sorte d'*épithélium musculaire*, tant les fibres-cellules y sont régulièrement disposées comme les éléments d'un épithélium pavimenteux simple. L'excitation électrique appliquée à ces éléments détermine leur contraction. Vu la disposition de ces cellules contractiles en une couche simple, il est

facile d'y rechercher s'il existe des éléments nerveux. Or, même avec le chlorure d'or, on n'y trouve aucune trace de fibre nerveuse.

Chez les batraciens, le sac péribranchial, dans lequel prennent naissance les membres antérieurs, peut être considéré comme un amnios partiel (*Quelques points de l'embryologie des batraciens; poumon; amnios partiel.* Soc. de biologie, 18 octobre 1879).

Allantoïde. — L'origine de l'allantoïde avait été l'objet des interprétations les plus diverses, et les nombreux travaux parus en Allemagne

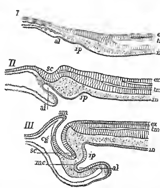


Fig. 22. — Les trois premiers stades de l'apparition de l'allantoïde, à la quarante-sixième (I), quarante-huitième (II) et cinquante-deuxième heure (III); — *al*, allantoïde; — *ip*, intestin postérieur; — *sc*, dépression sous-caudale; — *am*, pli amniotique; — *cg*, cavité pleuro-péritonéale externe (cavité générale); — *mc*, épaississement mésodermique allantoïdien (1).

sur ce sujet n'avaient pu arriver à une solution définitive. C'est qu'on étudiait l'origine de l'allantoïde à un moment trop avancé, alors que cette vésicule est déjà très nettement différenciée et isolée comme cul-

(1) *Atlas d'embryologie*, pl. XX, fig. 316; pl. XXI, fig. 335; pl. XXIII, fig. 369 (Reproduites par Prenant, *Embryologie*, fig. 165, p. 339).

de-sac. En effet, ainsi que l'ont montré mes recherches (*Études sur l'origine de l'allantoïde*, mémoire accompagné de 2 planches. Revue des sciences naturelles, t. VI, septembre 1877), faites à l'aide de coupes longitudinales pratiquées sur des blastodermes dès le second jour de l'incubation, l'allantoïde se forme par une involution du feuillet interne ou hypoblaste (feuillet muqueux, feuillet intestinal), dès la fin du second jour de l'incubation (fig. 22), alors qu'aucun pli ne circonscrit

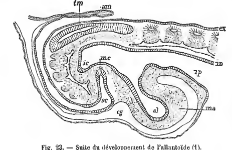


Fig. 23. — Suite du développement de l'allantoïde (1).

encore le futur intestin postérieur. Mais, dès que les limites de cet intestin sont apparues, l'allantoïde, en raison même du point où a commencé son évolution, se présente comme un bourgeon creux, médian et unique de la paroi antérieure (inférieure) de cet intestin (fig. 23). Beaucoup plus tard (fin du quatrième jour de l'incubation chez le poulet), le point de jonction de l'intestin et de l'allantoïde est mis en connexion avec une involution du feuillet corné (ou épiblastique) du repli cutané sous-caudal, pour la formation de l'orifice ano-génital ou du cloaque (fig. 24). — Relativement à la vascularisation de l'allan-

(1) *Origine de l'allantoïde*, pl. I, fig. 9 (Reproduite par Prenant, *Embryologie*, fig. 165, p. 339).

toïde, nous avons constaté (*Sur les vaisseaux de l'allantoïde du poulet.* Soc. de biologie, 18 octobre 1884, n° 34, p. 574) que, l'allantoïde se fermant comme une bourse dont on tire les cordons, les vaisseaux passent du feuillet interne de cette bourse sur son feuillet externe :

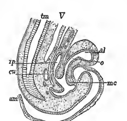


Fig. 24. — État de l'allantoïde aux quatrième-cinquième jours (1).

c'est parce que les vaisseaux sont contenus dans une sorte de mésentère formé par un repli de l'allantoïde.

Enfin nous avons signalé des homologies fonctionnelles intéressantes entre l'allantoïde des oiseaux et certaines branchies des larves de batraciens (*Branchies et allantoïde.* Soc. de biologie, 28 mai 1881). Chez l'*alyte* ou *crapaud accoucheur*, l'embryon ne sort que très tardivement, et complètement développé, de l'œuf qui est porté par le mâle à l'air libre et humecté seulement de temps en temps dans l'eau. Dans cet œuf, l'embryon respire, comme tous les embryons fraîchement éclos de batraciens, à l'aide des branchies extérieures; mais ces branchies présentent une disposition fort remarquable; au lieu de former deux petites houppes de chaque côté de la base de la tête, elles s'étendent en longues ramifications qui vont s'étaler à la face interne de la coque de

(1) *Origine de l'allantoïde*, pl. II, fig. 10 (Reproduite par Prenant, *Embryologie*, fig. 165, p. 339).

l'œuf, en enveloppant tout l'embryon dans un réseau capillaire. En présence d'une pareille disposition, il est impossible de s'empêcher de comparer cette enveloppe vasculaire de l'embryon de ce batracien avec la membrane allantoïde qui enveloppe l'embryon des oiseaux et des mammifères. Chez l'oiseau, où l'allantoïde présente la forme type et pour ainsi dire la plus pure, c'est un organe de respiration aérienne; or, chez l'embryon d'alyte, le réseau branchial est aussi un organe de respiration aérienne, puisque ces œufs se développent à l'air ou tout au plus dans le sable humide et nullement dans l'eau. Au point de vue physiologique, ces branchies fonctionnent donc comme l'allantoïde; au point de vue anatomique, on pourrait sans doute objecter que l'allantoïde n'a pas de revêtement ectodermique propre, puisque la vésicule allantoïdienne se développerait en s'insinuant, chez le poulet, entre la lame fibro-cutanée et la lame fibro-intestinale de la vésicule ombilicale, tandis que les branchies de l'embryon d'alyte sont, pour ainsi dire, une excroissance ectodermique vascularisée; mais l'homologie devient évidente si l'on tient compte de la disposition que j'ai signalée précédemment (Soc. de biologie, 22 mai 1880), à savoir que chez le poulet, lorsque l'allantoïde arrive à la face profonde de l'ectoderme, elle repousse cet ectoderme vers l'extérieur et s'en forme un revêtement propre, indépendant du feuillet ectodermique de la vésicule ombilicale; cette disposition, qui semblait tout d'abord sans signification particulière, se trouve donc aujourd'hui appelée à établir l'homologie anatomique entre l'allantoïde de l'oiseau et les branchies de l'embryon d'alyte, de telle sorte qu'entre ces deux ordres d'organes (branchies et allantoïde) il n'y a plus, en somme, d'autre différence que celle de leur lieu d'origine (de leurs points d'insertion), les branchies partant de l'intestin antérieur, tandis que l'allantoïde est un bourgeon de l'intestin postérieur.

Vésicule ombilicale. — La vésicule ombilicale paraissait une for-

mation embryonnaire bien connue dans tous ses détails, au moins chez les oiseaux. Nos recherches ont montré cependant que bien des points avaient passé inaperçus dans l'histoire de cette annexe, que la constitution de ses diverses régions était mal connue chez les oiseaux et que ses véritables dispositions avaient été entièrement méconnues chez les rongeurs.

Tout au début, chez le poulet, alors que le blastoderme enveloppe le jaune (*Sur l'aire vitelline du blastoderme du poulet*. Soc. de biologie, 17 mai 1884, p. 327), on trouve, en dehors de l'aire vasculaire, une large zone blanchâtre, l'aire vitelline (fig. 25). Contrairement à ce qu'a décrit Kœlliker, quant à la constitution histologique de cette aire,

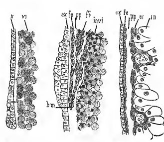


Fig. 25. — Constitution des parois de la vésicule ombilicale, en allant de la région la plus périphérique (figure de gauche) vers la région voisine de l'embryon (figure de droite); — *ex*, ectoderme; — *fe* et *fi*, les deux lames du mésoderme; — *invi*, endoderme vitellin; — *in*, endoderme définitif (1).

l'endoderme ne double pas l'ectoderme dans toute l'étendue de l'aire vitelline, mais seulement dans la zone interne, la zone externe étant formée uniquement par l'ectoderme appliqué directement sur la masse vitelline. Cet ectoderme se termine à sa périphérie externe par un bord

(1) *Annexes des embryons d'oiseaux*, pl. IX, fig. 3, 4, 5 (Reproduites par Prenant, *Embryologie*, fig. 152, p. 290).

libre, légèrement épaissi, que nous appelons bourrelet ectodermique ; quant à l'endoderme de la zone interne de l'aire vitelline, il n'est pas encore formé de cellules différenciées, mais seulement d'une couche de vitellus avec noyaux ; nous donnons le nom d'*endoderme vitellin* à cette partie de l'endoderme, et, par opposition, le nom d'*endoderme cellulaire* à l'épithélium des régions vasculaires de la vésicule ombilicale, c'est-à-dire à l'endoderme qui s'étend jusque vers les limites externes de l'aire vasculaire, sans cependant atteindre jusqu'au sinus terminal.

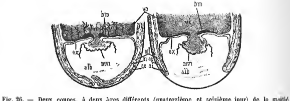


Fig. 26. — Deux coupes, à deux âges différents (quatorzième et seizième jour) de la moitié inférieure d'un œuf d'oiseau, pour montrer la formation du *sac de l'ombilic ombilical*, et l'extension de l'allantoïde autour de la masse albumineuse (1).

— Or, par la suite, dans leur extension pour former les parois de la vésicule ombilicale, les trois feuillets du blastoderme demeurent indépendants les uns des autres (*Études histologiques et morphologiques sur les annexes des embryons d'oiseaux*. Journal de l'anat., 1884) ; les feuillets externe et moyen s'étendent par le fait d'un accroissement interstitiel (multiplication de leurs cellules) ; le feuillet interne, au contraire, s'étend en s'accroissant directement aux dépens et par transformation du vitellus semé de noyaux (*Sur la segmentation et les noyaux libres du jaune*. Soc. de biologie, 27 décembre 1884). Lorsque ces feuillets arrivent au pôle inférieur du jaune, il n'y a pas occlusion de l'om-

(1) *Annexes des embryons d'oiseaux*, pl. XI, fig. 18 et 21 (Reproduites par Prenant, *Embryologie*, fig. 176, p. 357).

bilic ombilical par rapprochement et soudure des lèvres du bourrelet ectodermique; l'anneau que forme ce bourrelet se renverse en dehors, constituant ainsi une cavité infundibuliforme, dont le grand orifice, tourné en bas, est fermé par les restes de la membrane vitelline, tandis que le petit orifice, tourné en haut, continue à communiquer avec la cavité de la vésicule ombilicale; nous avons donné à la petite poche ainsi formée le nom de sac de l'*ombilic ombilical* (fig. 26). Plus tard l'ombilic ombilical se ferme et le sac en question se trouve isolé,

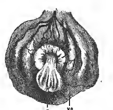


Fig. 27. — Vésicule ombilicale du poulet au seizième jour de l'incubation, pour montrer le sac (*a*) appendu à la vésicule ombilicale (*vo*) (1).

appendu à la vésicule ombilicale par un cordon fibreux (fig. 27 et 28). Ce sac est destiné à disparaître bientôt, résorbé avec les autres parties que contient le sac placentoïde.

Chez les mammifères de l'ordre des rongeurs, l'histoire de la vésicule ombilicale était tout entière à faire. Chez le lapin, pour nous borner ici à cet exemple, nous avons fait connaître les faits intéressants qui se résument dans la formule suivante : l'invagination de l'hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale dans l'hémisphère inférieur, la dégénérescence et la résorption de ce dernier (fig. 19 ci-

(1) *Annexes des embryons d'oiseaux*, pl. XI, fig. 20 (Reproduite par Prenant, fig. 177, p. 357).

dessus, p. 39), de sorte que, vers la fin de la gestation, l'enveloppe la plus extérieure de l'œuf est formée non par l'ectoderme, mais bien par l'endoderme, et la surface externe de l'œuf est représentée par une portion de la surface interne de la vésicule ombilicale, c'est-à-dire par l'endoderme. Cet endoderme présente des villosités saillantes à l'extérieur, et ces villosités sont vascularisées par les vaisseaux omphalo-mésentériques (les vaisseaux de la vésicule ombilicale). Or, depuis le premier jour où les embryologistes, se basant surtout sur l'étude du poulet, ont commencé à déterminer la nature des enveloppes de l'œuf, une notion absolument classique s'est établie et régne encore, à savoir que la membrane la plus externe de l'œuf, le chorion secondaire, vasculaire (nous n'avons pas à nous occuper du chorion primaire représenté par la membrane vitelline), est formé aux dépens du feuillet blastodermique externe de l'ectoderme, et qu'il reçoit ses vaisseaux de l'allantoïde. Cette conception est exacte pour les oiseaux et pour la majorité des mammifères; elle ne l'est plus pour les rongeurs, et en particulier pour le lapin.

Le fait que la surface de l'œuf est vascularisée par les vaisseaux omphalo-mésentériques avait surtout exercé la sagacité des embryologistes, qui avaient cru pouvoir expliquer l'arrivée des vaisseaux dans le chorion par une hypothése trés simple, à savoir que les ramifications vasculaires omphalo-mésentériques passent de l'hémisphère supérieur dans l'hémisphére inférieur, et de là dans le chorion. Dastre, qui reproduit cette hypothése dans son mémoire *Sur l'allantoïde et le chorion*, le fait suivre de quelques remarques qui montrent combien la question l'avait justement préoccupé : « La manière dont se fait l'accolement des deux hémisphéres de la vésicule ombilicale exigerait quelques éclaircissements nouveaux, dit-il. Il serait particuliérement intéressant de constater s'il y a un tissu conjonctif appréciable au-dessous de l'épithélium chorial avant que la vésicule ombilicale vienne s'y appliquer. L'explication du processus par lequel se fait

l'union des membranes expliquerait pourquoi il n'y a pas de communications entre les vaisseaux utéro-placentaires et omphalo-mésentériques. »

Nos recherches viennent répondre à ces questions, et y répondent d'une façon simple et bien inattendue. En effet, le chorion, ainsi que l'hémisphère inférieur de la vésicule ombilicale, s'atrophient (fig. 19) et sont résorbés; ces membranes ne sont donc nullement pénétrées par les vaisseaux de l'hémisphère supérieur; elles disparaissent purement et simplement. Par suite, l'hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale reste à nu, formant l'enveloppe la plus externe de l'œuf, et tournant son épithélium vers l'extérieur. Les villosités qu'elle peut développer ne sont pas des villosités choriales, mais bien des villosités de l'épithélium de la vésicule ombilicale, de l'endoderme en un mot. Ainsi, à ce moment, la surface de l'œuf du lapin est formée non par l'ectoderme, mais par l'endoderme; c'est là précisément ce qui caractérise la disposition dite *inversion des feuillets*. Cette disposition ne se réalise que tardivement chez le lapin, mais les processus qui y aboutissent permettent de comprendre l'inversion précoce et primitive de l'œuf de la souris, du rat, du cochon d'Inde, du mériones, etc. Pour tous ces animaux, il n'y a plus à parler de chorion vascularisé par les vaisseaux omphalo-mésentériques, d'omphalo-chorion, comme ont dit quelques auteurs (par opposition à l'allanto-chorion), mais seulement d'une enveloppe extérieure qui, après disparition de toute formation choriale, est constituée par l'endoderme de la vésicule ombilicale.

Placenta.

(Nos 59, 126, 129, 138, 171, 176, 177, 183, 202, 203, 204, 213, 215, 229, 232.)

La question du placenta des mammifères et de l'organe placentoïde des oiseaux occupe une place toute particulière dans nos recherches, tant par l'étendue des travaux que nous avons entrepris sur ce sujet, que par l'importance et la nouveauté, nous pouvons le dire, des résultats obtenus.

Organe placentoïde des oiseaux. — En 1884, nous avons découvert (*Sur un organe placentoïde chez le poulet.* Compt. rend. Acad. des sciences, 18 février 1884, n° 7, p. 447), dans les annexes de l'embryon d'oiseau, un sac particulier analogue au placenta des mammifères. Déjà en 1880 (*Quelques faits relatifs à l'amnios et à l'allantoïde.* Soc. de biologie, 1880), nous avions signalé que la vésicule allantoïde présente, dans ses rapports avec l'albumine ou blanc de l'œuf, des dispositions très remarquables: ce blanc de l'œuf n'est que peu à peu résorbé; vers le dixième jour de l'incubation, il en reste encore une masse notable accumulée uniquement à la partie inférieure de l'œuf, c'est-à-dire vers le pôle non embryonnaire de la vésicule ombilicale. Or, sur des œufs présentant une allantoïde complètement développée, on constate que la masse albumineuse en question est accumulée entre la vésicule ombilicale et l'allantoïde. Cette dernière ne se serait donc pas développée, selon le schéma classique, uniquement entre les deux feuillets de la vésicule ombilicale, car alors l'albumine aurait dû rester en dehors de toutes les membranes de l'œuf; sans doute l'allantoïde, se revêtant du chorion, se détache des autres annexes du fœtus, ou tout au moins se

détache-t-elle de la vésicule ombilicale pour aller s'étendre au contact immédiat de la face interne de la coquille. En tout cas, disions-nous dès lors, l'histoire de l'allantoïde, dont le schéma classique a dû être dans ces dernières années modifié chez les ruminants (Dastre), paraît avoir besoin d'être reprise même chez les oiseaux, auxquels se rapportent surtout les recherches de Coste. — Or, en poursuivant l'étude de cette question, nous avons constaté (*Mémoire sur les annexes des*

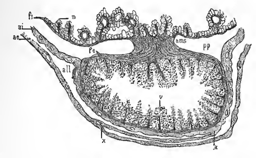


Fig. 28. — Constitution du sac placentoïde d'un œuf de fauvette près d'éclore; — *m*, endoderme; — *fi*, *fe*, lames cutanée et intestinale du feuillet moyen; — *all*, allantoïde; — *xx*, cloison entre les cavités des deux prolongements de l'allantoïde; — *v*, villosités du sac placentoïde; — *ams*, cordon fibreux court et épais formé par l'occlusion de la vésicule ombilicale (soudure des lèvres du bourrelet mésodermique) (1).

embryons d'oiseaux) que, lorsque l'allantoïde est arrivée vers l'hémisphère inférieur, cette vésicule cesse en effet de s'étendre dans la fente pleuro-péritonéale; elle repousse au-devant d'elle le chorion (feuillet fibro-cutané doublé de l'ectoderme) et se porte ainsi en bas (fig. 26, p. 58), abandonnant la sphère vitelline, pour suivre la face interne de la membrane coquillière, en se dirigeant vers le petit bout de l'œuf; elle

(1) *Annexes des embryons d'oiseaux*, pl. XII, fig. 31 (Reproduite par Prenant, *Embryologie*, fig. 179, p. 359).

forme ainsi une sorte de sac qui circonscrit la masse albumineuse (blanc d'œuf), et, à mesure que l'allantoïde approche du petit bout de l'œuf et l'atteint, ce sac se ferme comme une bourse dont on tire les cordons. Alors l'albumine est renfermée dans un sac clos et formé par l'allantoïde revêtue du chorion. Ce sac (*Sur le placenta des oiseaux*. Bull. de la Soc. de biologie, février 1884, p. 54, et Progrès médical, 1884, p. 133) présente bientôt sur sa surface intérieure des formations particulières qui nous révèlent sa véritable signification (fig. 28). Ce sont en effet des villosités longues et vasculaires, qui plongent dans l'albumine et semblent présider à son absorption, car dès lors cette albumine disparaît très rapidement. Nous avons donc là un organe dont les parties essentielles sont représentées par des villosités choriales, empruntant leurs vaisseaux à l'allantoïde; à un organe de ce genre tout embryologiste donnera le nom de *placenta*.

Les oiseaux possèdent donc un organe annexe analogue au placenta des mammifères : au lieu que les villosités de ce placenta pénètrent dans le terrain maternel et y puisent les sucs nutritifs, ainsi que cela a lieu chez les mammifères, ces villosités, chez l'embryon d'oiseau, plongent dans l'albumine que les organes de la mère ont déposée, comme provision nutritive, dans l'espace que circonscrit la coquille calcaire de l'œuf. C'est la présence de cette coquille qui détermine le placenta à prendre la forme de sac avec villosités à la face interne, au lieu de s'étaler en surface avec villosités externes. Mais on comprend facilement que chez des ovo-vivipares, à coquille mince et membraneuse, comme chez certains reptiles, on pourra trouver des espèces chez lesquelles, la coquille se résorbant, le placenta, que nous venons de voir prendre la forme de sac chez l'oiseau, s'étalera sur la surface interne des oviductes et s'y greffera par ses villosités.

Le placenta des oiseaux nous offre donc une forme élémentaire qui a pu être l'origine du placenta des mammifères, c'est-à-dire que nous trouvons ainsi de nouvelles formes de transition et de nouvelles affi-

nités entre les vertébrés allantoïdiens munis d'un placenta et ceux qui jusqu'à présent ont été considérés comme aplacentaires. Remarquons encore que, si le placenta des oiseaux est un organe d'absorption nutritive par sa surface intérieure, il est un organe d'échanges respiratoires par sa surface extérieure, c'est-à-dire qu'ici se trouvent réparties en deux régions différentes les fonctions qui, dans le placenta des mammifères, s'accomplissent simultanément en un seul et même lieu.

Placenta des mammifères. — En 1887 (*Sur les premières phases du développement du placenta du cobaye.* Soc.de biologie, 12 mars 1887, p. 148) nous découvrions ce fait, au premier abord paradoxal, que le placenta apparaît d'abord, chez le cobaye, sous la forme d'un épaississement de l'ectoderme de l'embryon, et que cette masse ectodermique fœtale est bientôt envahie d'abord par des vaisseaux d'origine maternelle, puis par des vaisseaux venant du fœtus (allantoïde). Quant à la morphologie même des cellules de cette masse ectodermique, nous signalions ce fait remarquable que ces cellules ectodermiques sont fusionnées en un réseau de travées protoplasmiques semées de noyaux, sans qu'il soit possible de distinguer les limites de chaque cellule correspondant à chaque noyau. C'est ce que nous avons appelé le *plasmode ectoplacentaire.* Dès lors, nous avons entrepris une longue série de recherches sur le placenta dans toute la série des mammifères. Nous avons étudié le placenta de la brebis, de la vache, de la truie, des chauves-souris, de la taupe, des rongeurs (lapin, rat, souris, cobaye), des carnassiers (chienne, chatte). Nos recherches sont actuellement à peu prés terminées; celles portant sur les rongeurs et les carnassiers ont été complètement publiées; celles sur les chéiroptéres sont en voie de publication; le placenta des autres mammiféres sera l'objet d'une série de mémoires en préparation.

Placenta des rongeurs. — En étudiant le placenta des rongeurs

(*Le placenta des rongeurs*, 1 vol. de 640 pages, avec 106 figures dans le texte, et un atlas de 22 planches), nous avons en même temps abordé et souvent résolu presque toutes les questions en litige sur l'embryologie de ces mammifères. Mais nous ne parlerons ici que de ce qui se rapporte à la formation placentaire.

A. — Quand on examine des coupes totales de l'utérus d'une lapine, le huitième jour de la gestation, au niveau d'un renflement correspondant à un œuf en développement, on voit toujours la coupe de l'embryon (gouttière médullaire) placée vers le côté mésométrique de la cavité utérine; de chaque côté du corps de l'embryon les feuillets blastodermiques se poursuivent sur la coupe, sans modification autre qu'un léger épaississement de l'ectoderme, sur une étendue peu considérable. — A huit jours et demi, on voit, de chaque côté de la coupe de la région postérieure de l'embryon, l'ectoderme plus fortement épaissi sur une étendue de 2 à 3 millimétres (fig. 29, A, en *ec*); l'ectoderme est là formé de quatre à cinq rangs de cellules stratifiées : la surface externe de cet épaississement, exactement appliquée à la surface interne de la muqueuse utérine, se moule sur les saillies et dépressions de celle-ci, c'est-à-dire qu'on voit alors de légéres saillies ectodermiques pénétrer dans l'orifice des glandes utérines (fig. 29, B). — Au neuviéme jour, ces saillies ectodermiques sont plus nombreuses : elles se montrent non seulement au niveau des orifices des glandes, mais encore dans leurs intervalles, où elles dépriment la muqueuse (fig. 29, C). Ces dispositions n'existent, de chaque côté de l'extrémité postérieure de l'embryon, que dans une étendue de 3 à 4 millimétres. Là, l'épithélium de la muqueuse est en [illegible] d'atrophie et disparaît trés rapidement. Ces deux régions latérales indiquent la place du placenta, qui, en effet, présente deux lobes ou cotylédons chez le lapin. — Au dixième jour (fig. 30, A), les saillies ectodermiques susindiquées ont pénétré dans le chorion de la muqueuse, absolument comme, dans la peau en voie de développement, on voit des bourgeons épidermiques

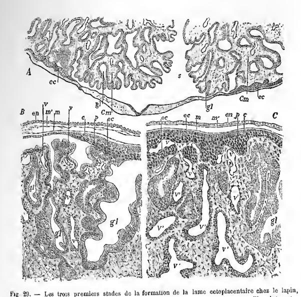


Fig. 29. — Les trois premiers stades de la formation de la lame ectoplacentaire chez le lapin, au huitième (A et B) et neuvième jour (C) ; — *cm*, cotylédons maternels ; — *s*, sillon intercotylédonaire ; — *gl*, glandes utérines ; — *ec*, ectoplacenta ; — *p*, sa courbe plasmodiale ; — *m*, mésoderme somatique ; — *m'*, mésoderme splanchnique (1).

pénétrer dans le derme et former les premiers rudiments des poils et des glandes. Mais remarquons qu'ici les végétations ectodermiques sont d'origine fœtale et pénètrent dans un chorion maternel.

Dans ce chorion sont de nombreux vaisseaux maternels : les végétations ectodermiques fœtales enveloppent ces vaisseaux, lesquels se di-

(1) *Placenta des rongeurs*, pl. I, fig. 16 ; pl. II, fig. 17, 21 (Reproduites par Prenant, *Embryologie*, fig. 173, p. 391).

latent, perdent leurs parois vasculaires, et se trouvent bientôt réduits à l'état de lacunes creusées dans des masses ectodermiques d'origine fœtale, masses de forme tubulaire ou cylindrique. C'est ce qu'on constate dès le onzième jour. A ce moment, les deux lobes du futur placenta sont très nettement indiqués. La formation ectoplacentaire est donc parcourue par du sang maternel.

B. — A ce premier stade, dit *de formation de l'ectoplacenta*, succède le *stade de remaniement*. A cet effet, l'allantoïde pousse des sortes de saillies ou cloisons mésodermiques qui pénètrent, à la façon de papilles dermiques, dans l'ectoplacenta (fig. 30, A et B). Chacune de ces saillies contient une ou deux ramifications vasculaires. Les cloisons fœtales, devenant de plus en plus vasculaires, s'insinuent dans toute l'épaisseur de l'ectoplacenta, qui se trouve ainsi subdivisé en une série de colonnes juxtaposées, séparées les unes des autres par des bourgeons mésodermiques de provenance fœtale (fig. 30, C). Les colonnes plasmodiales, creusées de lacunes sanguimaternelles, et les cloisons mésodermiques intercolonnaires affectent à ce stade une direction et une disposition à peu près parallèles. Peu à peu, les lacunes sanguimaternelles pénètrent de plus en plus profondément dans l'intervalle des cloisons mésodermiques fœtales. — Sur ces entrefaites, le tissu fœtal des cloisons intercolonnaires végète latéralement et pénètre ainsi en divers points la colonne ectoplacentaire, jusqu'à la subdiviser en segments, circonscrits par les végétations plasmodiales (fig. 30, D). Il en résulte que chaque lacune sanguimaternelle est décomposée en une série de tubes irréguliers. A cet état, chaque tube où circule le sang maternel est circonscrit par une lame de protoplasma semée de noyaux (couche plasmodiale). Cette dernière végète en tous sens et subdivise la cavité des tubes sanguimaternels en une série d'espaces secondaires qui s'anastomosent les uns avec les autres, quoique s'ouvrant dans des dilatations communes. La couche plasmodiale qui tapisse les tubes irréguliers représente un réseau dont les mailles sont remplies par les

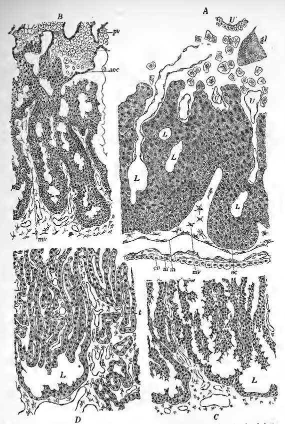


Fig. 30. — Quatre stades du développement et du remaniement de l'ectoplacenta chez le lapin; — A, embryon de neuf jours; — B, embryon du onzième jour; — C, douzième jour; — D, treizième jour; — *ec*, ectoplacenta; — *m*, *m'*, *mv*, mésoderme et ses villosités; — *gl*, restes de glandes utérines; — *v*, capillaires utérins; — L, lacunes sanguimaternelles; — *pv*, couche plasmodiale endovasculaire; — *t*, tubes ectoplacentaires (1).

(1) *Placenta des rongeurs*, pl. II, fig. 25; pl. III, fig. 30, 31, 33 (Reproduites par Prenant, *Embryologie*, fig. 194, p. 394).

lacunes sanguimaternelles. La couche plasmodiale est devenue *réticulée*.

En résumé, le placenta *remanié* (fig. 30, D) par les cloisons de tissu mésodermique fœtal se compose : 1° d'une série de lames conjonctives embryonnaires qui sont parcourues par les vaisseaux fœtaux; 2° de *tubes* à contours d'abord réguliers, mais que les végétations de la couche plasmodiale ont segmentés en une série de cavités irrégulières. Celles-ci ne sont limitées que par un revêtement plasmodial, dont la face interne circonscrit la lumière des canalicules dans laquelle circule le sang maternel. Par sa face externe, la couche plasmodiale est en contact immédiat avec la paroi des capillaires dans lesquels circule le sang du fœtus. De l'enchevêtrement de ces deux sortes de conduits (vaisseaux ou canalicules sanguimaternels d'une part, capillaires fœtaux d'autre part) résulte un complexus canaliculaire qui rend relativement faciles les rapports entre le sang maternel et le sang fœtal. En effet, les seules barrières interposées entre les deux sangs sont : 1° la paroi endothéliale des capillaires fœtaux, et 2° la couche plasmodiale des canalicules.

C. — Malgré quelques différences en apparence, les premiers rudiments du *placenta du cobaye* et du placenta du lapin ont la même constitution histologique. Qu'on fusionne en une seule masse les cordons ou cylindres du lapin, et l'on aura le disque homogène du cobaye. Dans l'un comme dans l'autre, le fait essentiel est la présence de lacunes, pleines de sang maternel, dans une masse ectodermique d'origine embryonnaire. Chez le cobaye, cette disposition s'est réalisée par un processus consistant en ce que les vaisseaux maternels sont venus pénétrer la masse ectodermique fœtale; chez le lapin, le processus a consisté en ce que des poussées ectodermiques fœtales sont allées envelopper les vaisseaux maternels.

En effet, si nous prenons pour point de départ l'œuf du cobaye au dixième jour, nous le voyons formé par un cylindre endodermique qui

renferme à chacune de ses extrémités une cavité circonscrite par une couche ectodermique; à l'extrémité qui regarde vers le bord libre de la corne utérine, la formation ectodermique représente un amnios, précédant l'embryon qui va s'y développer; à l'extrémité qui regarde le bord mésométrique de la corne utérine, la formation ectodermique représente un organe particulier, que Selenka désigne sous le nom de *trœger*, que nous traduirons par celui de *suspenseur*. C'est en effet cet organe qui devient aussitôt adhérent à la paroi utérine correspondante et qui va se transformer en placenta. A ce moment (dixième jour), ce suspenseur a la forme d'un dé à coudre, qui adhère à l'utérus par son extrémité en cul-de-sac; il est formé d'une double paroi, l'une externe, l'autre interne invaginée dans la précédente, chacune étant constituée par une simple couche de cellules ectodermiques. Mais en même temps que se produit l'adhérence entre le suspenseur et l'utérus, la couche externe s'atrophie, au moins par places, et laisse passage à de fins vaisseaux maternels qui s'insinuent dans l'espace linéaire compris entre les deux lames ectodermiques de ce suspenseur.

Ces vaisseaux maternels perdent leurs parois endothéliales; ce fait, et quelques autres qu'il serait trop long de rappeler ici, nous ont amené à proposer, pour le placenta des rongeurs, la formule suivante : « Le placenta est une hémorragie utérine circonscrite et enkystée par un tissu fœtal ectodermique. » Or, si cette formule est juste pour le lapin et le cobaye, *pour le rat et la souris* elle est non seulement juste, mais ne présente même rien de schématique : elle résume purement et simplement la description du processus. En effet, l'œuf de ces rongeurs a la forme d'un long et mince cylindre, dont une extrémité se prolonge en un cône formé de nombreuses assises de cellules ectodermiques (*cône ectoplacentaire*). Cet œuf est logé dans un diverticule, étroit et allongé, de la cavité utérine (cavité de la caduque). Or bientôt les sinus sanguins qui sillonnent le tissu de la caduque viennent

s'ouvrir dans cette cavité. Il y a bien véritablement, à ce moment, une hémorragie utérine, et le sang se répand tout autour de l'œuf. Mais aussitôt, de la surface du cône ectoplacentaire naissent des prolongements qui vont s'attacher à la surface de la cavité de la caduque, au pourtour de chaque ouverture des sinus; ils circonscrivent ces ouvertures, et comme, pendant ce temps, la masse du cône ectoplacentaire s'est creusée de lacunes, les choses sont bientôt disposées de telle manière que le sang maternel cesse de se répandre d'une façon diffuse autour de l'œuf, mais pénètre uniquement dans ces lacunes du cône ectoplacentaire. A ce moment donc, l'hémorragie maternelle est bien circonscrite et enkystée par l'édification fœtale ectodermique qui prélude à la formation du placenta.

Ces dispositions sont si nettes, que la formule en question ne m'a plus paru suffisante pour faire image et donner une idée figurée de la signification physiologique et morphologique du placenta à son début. En présence des édifications ectodermiques qui viennent circonscrire les ouvertures des sinus utérins dans la cavité de la caduque, et forcent le sang, d'abord répandu d'une façon diffuse autour de l'œuf, à venir circuler dans les lacunes du cône ectoplacentaire (puis de l'ectoplacenta proprement dit), j'ai été amené à dire que la formation ectoplacentaire représente le *captage d'une source :* la source, c'est l'hémorragie maternelle qui se fait d'abord dans la cavité de la caduque, par les ouvertures des sinus utérins ; son captage résulte des rapports qui s'établissent entre ces ouvertures d'une part, et d'autre part le cône ectoplacentaire et ses lacunes, dans lesquelles le sang maternel est amené et où il circule régulièrement.

Une analyse détaillée de ce travail (*Placenta des rongeurs*) a paru dans la *Revue des travaux scientifiques* publiée par le Ministère de l'Instruction publique (1890, t. I, p. 231) ; qu'il nous soit permis de reproduire ici les lignes qui terminent cette analyse : « Tout serait à « citer dans le beau mémoire de M. Mathias-Duval ; par le nombre et la

« variété des matériaux mis en œuvre, par la sûreté et la précision « d'une méthode qui ne laisse aucune prise à l'hypothèse, par la haute « valeur des résultats obtenus et par leur prochaine application à « l'étude du placenta humain, les recherches de M. Mathias-Duval ne « méritent pas seulement d'être placées au premier rang des travaux « dont s'est enrichie l'embryologie moderne, elles marquent en réalité « pour celle-ci une ère nouvelle et lui donnent un degré de certitude « qu'elle n'avait jamais acquise antérieurement. C'est à regret que « nous devons nous borner à une si courte analyse; aussi ne saurions-« nous trop engager les zoologistes à lire et à méditer ce magistral « exposé de faits si hautement instructifs. » — Plus récemment, les faits annoncés dans le mémoire du *placenta des rongeurs* ont servi de base à O. Schultze pour son étude : *Ueber die Embryonalhüllen und die Placenta der Säugethiere und des Menschen* (Wurzb. Physik-medik. Gesellschaft, 1896).

Confirmation de la nature ectodermique du plasmode placentaire. — A peine nos premières publications sur la formation ectoplacentaire avaient-elles paru, que nous avions la grande satisfaction d'en voir les conclusions confirmées par un éminent embryologiste, van Beneden, de Liège. Cet auteur, dans des études antérieures, était arrivé à des résultats entièrement différents des miens; mais, à la lecture de mes premières communications, il reprit la question, et, à la suite de ces nouvelles recherches, il m'écrivait, dans une lettre que j'étais chargé de communiquer à la Société de biologie (*Les placentas discoïdes*. Soc. de biologie, 3 novembre 1888) : « Mes premières conclusions, en ce qui concerne l'origine de la couche protoplasmique à noyaux, dans laquelle circule le sang maternel, ne concordaient pas avec vos résultats relatifs au cochon d'Inde et au lapin. J'avais cru pouvoir conclure à l'origine conjonctive de cette formation. Mais vous verrez plus loin qu'aujourd'hui j'ai abandonné ma première manière de voir et que

j'arrive aux mêmes conclusions que vous. Le matériel que j'ai recueilli cette année m'a permis d'étudier un stade que je n'avais pas encore eu sous les yeux jusqu'ici. Les préparations démontrent, avec la plus parfaite évidence, que l'épiblaste, sur toute l'étendue de la région placentaire future, se dédouble, au moment de la formation du blastocyste, en deux assises : l'une, superficielle, formée de cellules plates à grands noyaux; l'autre, profonde, consistant en un épithélium cylindrique. Après la disparition totale de l'épithélium utérin, des vaisseaux maternels munis de leur gaine endothéliale arrivent au contact immédiat de l'assise superficielle de l'épiblaste. Aussitôt, les contours cellulaires des cellules constituantes de cette couche disparaissent; elle se résout en une masse protoplasmique continue, parsemée de gros noyaux, qui paraissent se multiplier par voie directe. Cette couche gagne rapidement en épaisseur; elle s'insinue entre les vaisseaux, en refoulant le tissu conjonctif; elle les enveloppe de toutes parts, et, bientôt après, ceux-ci, perdant leur gaine endothéliale, se transforment en lacunes sanguines, dépourvues de toute paroi propre. Le sang maternel qui circule dans ces lacunes se trouve dès lors en contact immédiat avec la couche protoplasmique à noyaux d'origine épiblastique. Cette conclusion me paraît conforme à celle que vous avez vous-même formulée à la suite de vos études sur le cochon d'Inde et le lapin. »

Couche plasmodiale endovasculaire. — Nous ne saurions parler du placenta des rongeurs, sans signaler encore un des processus les plus singuliers que présente son évolution : c'est celui dont est le siège, à une époque relativement avancée, le tissu maternel pénétré par le plasmode (ectoplacenta) qui constitue la portion fœtale. Dès le onzième ou le douzième jour, chez le lapin, la partie profonde de l'ectoplacenta pousse des prolongements qui pénètrent dans le tissu maternel et y affectent des rapports précis; en effet, ils ne pénètrent

que dans les vaisseaux (sinus utérins) en suivant la face interne de leurs parois et se substituent graduellement à leur endothélium. Les sinus utérins sont ainsi tapissés par ce que j'appelle une *couche plasmodiale endovasculaire*. Les limites de l'extension de cette couche plasmodiale endovasculaire sont très précises : elle envahit les sinus utérins de toute la portion maternelle qui est destinée à disparaître, c'est-à-dire qui doit ou bien subir une résorption graduelle au cours de la gestation, ou bien se détacher au moment de la parturition ; en un mot, elle ne s'étend que dans les parties qui méritent le nom de caduques, et qui correspondent à ce qu'on appelle classiquement la *caduque sérotine*.

Cette couche endovasculaire acquiert des dimensions énormes, et s'individualise par places sous forme de cellules très volumineuses. Aussi ces éléments, cette formation en général a-t-elle déjà été signalée par quelques observateurs, qui même ont été frappés de la ressemblance entre cette formation et celle qui constitue l'ectoplacenta. Seulement, faute de préparations exactement sériées, sans lacune dans les stades, ces auteurs ont été amenés à faire des hypothèses par lesquelles ils ont interprété les phénomènes en sens inverse de la réalité; au lieu de voir dans la couche endovasculaire une émanation de l'ectoplacenta, ils ont pensé que l'ectoplacenta émergeait du tissu utérin. C'est ainsi que Godet (*Placenta du lapin*, Berne, 1877) pense « qu'une transformation des parois vasculaires maternelles fournirait aux villosités choriales leur revêtement épithélioïde » (*op. cit.*, p. 40). J'ai démontré (*Journal de l'anat.*, juillet 1890) que ce revêtement épithélioïde n'est autre chose que l'ectoplacenta. C'est également en supposant une filiation semblable, inverse de ce qu'elle est en réalité, que Laulanié, chez le cochon d'Inde, a fait dériver le plasmode placentaire de cellules vaso-formatives du tissu utérin, et qu'il insiste à diverses reprises sur la parenté des deux formations que nous nommons ectoplacenta et couche plasmodiale endovasculaire.

Placenta des carnassiers. — Chez les carnassiers (*Le placenta des carnassiers*, 1 vol. de 400 pages avec 46 figures dans le texte et un atlas de 13 planches), comme chez les rongeurs, nous avons constaté que le placental fœtal de la chienne a pour origine une formation ectodermique qui se greffe sur la muqueuse utérine et végète dans sa profondeur. La couche ainsi formée, dite *lame ectoplacentaire*, enveloppe de toutes parts les vaisseaux (capillaires) maternels de la muqueuse utérine et les englobe dans sa masse; mais, tandis que chez les rongeurs les parois endothéliales de ces vaisseaux sont résorbées et que le sang maternel arrive ainsi à circuler dans les lacunes creusées en plein plasmode ectoplacentaire, au contraire, chez la chienne, la paroi des capillaires maternels subsiste et la formation ectoplacentaire, au lieu d'être constituée uniquement d'éléments fœtaux, renferme en plus des éléments de tissus maternels, à savoir la paroi endothéliale des capillaires où circule le sang de la mère (fig. 31, en M^1 et M^2). C'est pourquoi nous avons donné à la formation ectoplacentaire de la chienne le nom d'*angio-plasmode*, pour rappeler cette double constitution du placenta fœtal, cette double origine de ses éléments. Chez la chatte, l'ectoplacenta renferme également ces deux éléments, parois vasculaires maternelles et édifications ectodermiques fœtales; mais ces dernières ne prennent pas la disposition plasmodiale; les cellules ectodermiques, en se multipliant, ne se fusionnent pas en une masse protoplasmique continue; elles conservent leur individualité et l'ectoplacenta est ainsi constitué par des assises multiples de cellules, dont certaines couches rappellent à bien des égards la couche malpighienne de l'épiderme. L'ectoplacenta est alors un véritable épithélium, et, ayant englobé les capillaires maternels, il présente un type parfait et singulièrement développé d'épithélium vasculaire; or, chose singulière, dans cet épithélium vasculaire, les éléments épithéliaux sont d'origine fœtale, et les éléments vasculaires sont d'origine maternelle.

Ces dispositions du placenta fœtal chez les carnassiers, c'est-à-dire

la présence de formations ectodermiques contenant des vaisseaux avec leurs parois endothéliales, et non de simples lacunes sanguines, comme chez les rongeurs, ces dispositions représentent une forme de transition entre le placenta des rongeurs d'une part, et, d'autre part, celui des

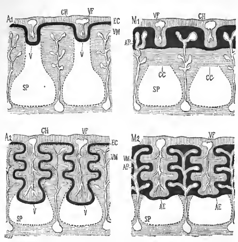


Fig. 31. — Schémas du placenta de la chienne d'après les idées de Turner et Ercolani (A^1, A^2) et d'après les recherches de M. Mathias-Duval (M^1, M^2), c'est-à-dire d'après les faits relatifs à la formation d'un angio-plasmode; — CH, tissu conjonctif du chorion; — VF, vaisseaux fœtaux; — VM, vaisseaux maternels; — V, les prétendues villosités; — C, C, couche utérine des glandes oblitérées; — AE, arcades ectodermiques; — AP, angio-plasmode; — EC, ectoderme (1).

ruminants et des pachydermes. Chez les rongeurs, entre le sang maternel et le sang fœtal, ne sont interposées que la paroi capillaire fœtale et les couches ectodermiques; chez les carnassiers, les parties interposées entre ces deux sangs sont, outre la paroi capillaire fœtale et l'ecto-

(1) *Placenta des carnassiers*, schéma XV, p. 157.

derme, la paroi endothéliale vasculaire maternelle; qu'à ces parties s'ajoute encore l'épithélium utérin conservé, et nous aurons le type structural du placenta des pachydermes et ruminants. C'est ce que nous montrerons dans de prochaines publications, c'est du reste ce qui est bien connu de par toutes les descriptions classiques; seulement les auteurs qui se sont occupés du placenta, partant de celui des ruminants, où la persistance de l'épithélium utérin est évidente, ont hâtivement généralisé cette disposition, et se sont efforcés de retrouver cet épithélium utérin chez les carnassiers, aussi bien que chez les rongeurs (fig. 31, comparer A^1, A^2 avec M^1, M^2). Sur ce point, nos résultats sont absolument décisifs; l'épithélium utérin disparaît de très bonne heure, chez les rongeurs et les carnassiers, là où le placenta fœtal va se développer, et il n'en reste aucune trace.

Les conceptions générales des auteurs, telles que Ercolani, par exemple, sur la structure du placenta, ont eu ce tort de partir d'une disposition existant chez la vache ou la brebis, et de torturer ensuite l'interprétation des faits pour retrouver les mêmes dispositions chez les autres mammifères. Or il n'y a pas, dans la série des mammifères, un seul et même type structural du placenta; il y a des types très différents; mais ces types sont réunis entre eux par des formes de transition; c'est comme forme de transition que le placenta des carnassiers est particulièrement intéressant, d'une part, à cause de la constitution angio-plasmodiale de l'ectoplacenta de la chienne, et, d'autre part, à cause de la disposition épithéliale, à cellules distinctes, de l'ectoplacenta de la chatte.

Comme chez les rongeurs, le *remaniement de l'angio-plasmode* se fait grâce à la pénétration des vaisseaux fœtaux (fig. 32 et 33). Du trentième au trente-deuxième jour les vaisseaux allantoïdiens, accompagnés de tissu conjonctif embryonnaire (VC, fig. 32), pénètrent l'angio-plasmode et le subdivisent en une série de lamelles secondaires, dont la disposition mérite le nom de complexus labyrinthique. Ces

lamelles sont en effet anastomosées les unes avec les autres ; pour simplifier, on peut réduire tout le placenta en un composé de lamelles dont chacune est formée par un réseau capillaire étalé en un seul et unique plan, réseau qui, sur ses deux faces et dans ses intervalles, est soutenu par du plasmode ectoplacentaire. Qu'on se figure un

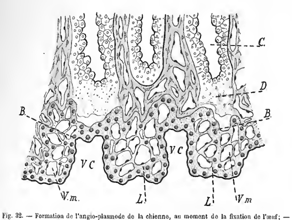


Fig. 32. — Formation de l'angio-plasmode de la chienne, au moment de la fixation de l'œuf ; — S, couche spongieuse (glandes utérines dilatées) ; — C, couche compacte (orifices des glandes obturés par les produits épithéliaux, D) ; — CC, couche de capillaires maternels ; — VC, villosités choriales.

grillage métallique à mailles étroites ; que, sur les deux faces de ce grillage, on étende une pâte quelconque, qui remplisse les intervalles du grillage et en englobe complètement les travées, mais de manière à en dessiner cependant la saillie à la surface : on aura ainsi une lame qui schématisera exactement la lamelle labyrinthique.

Au contact de l'angio-plasmode, le tissu conjonctif de l'utérus disparaît peu à peu en se résorbant (fig. 33). Il y a là une substitution

graduelle des formations fœtales aux formations maternelles, les premières augmentant d'épaisseur à mesure que les secondes s'amincissent et se détruisent. Pendant le remaniement de l'angio-plasmode,

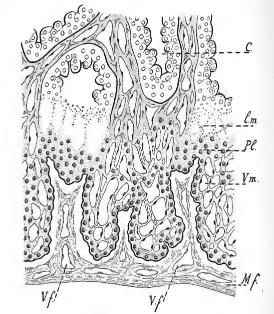


Fig. 33. — Achèvement de l'angio-plasmode de la chienne; — Vm, vaisseaux maternels; — Pl, angio-plasmode; — Mf, mésoderme fœtal avec les vaisseaux fœtaux (Vf).

toutes les couches des formations utérines situées au-dessus de la couche spongieuse sont graduellement résorbées; les culs-de-sac glandulaires de la couche spongieuse se transforment en d'immenses cavités,

séparées par des cloisons minces ou lamelles mésentériformes (*lm*, fig. 31 et 33), et, comme les parois supérieures de ces cavités sont également résorbées, les formations fœtales arrivent à reposer sur les extrémités libres des lamelles mésentériformes et à n'adhérer qu'en ces points seulement aux tissus maternels. Ce sont les parties profondes des lobules d'angio-plasmode qui s'attachent en ces points, les arcades ectodermiques venant correspondre aux grandes cavités de la couche spongieuse et en former le couvercle. Pendant ce temps, l'angio-plasmode a été remanié par la pénétration du mésoderme et des vaisseaux allantoïdiens, de telle sorte qu'il a été graduellement décomposé en lamelles labyrinthiques, lesquelles sont formées d'un réseau de capillaires maternels, sur les deux faces duquel est étalée une couche de plasmode. Les capillaires fœtaux rampent dans les interstices des lamelles labyrinthiques.

Bordure verte du placenta de la chienne. — Nous sommes parvenu à éclaircir la signification anatomique du bourrelet de couleur verte

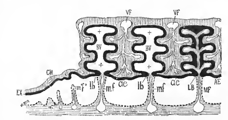


Fig. 34. — Schéma comparatif des cavités de la *bordure verte* (BV) et d'un lobule placentaire (LB) de la chienne; — comparer avec la figure 31, p. 77; — CH, chorion; — EX, ectoderme; — *ae*, arcades ectodermiques de la bordure verte; — AE, arcades ectodermiques du lobule placentaire (1).

qui borde le placenta zonaire des carnassiers, et à montrer que *la bordure verte* est à son début *une hémorragie maternelle entre la surface*

(1) *Placenta des carnassiers*, schéma XXVI, p. 204.

utérine et l'ectoderme, hémorragie enkystée par les replis ou arcades de l'ectoderme à ce niveau. En poursuivant l'étude de la bordure verte pendant les stades de formation et de remaniement de l'angio-plasmode, nous avons pu confirmer cet énoncé en en précisant les détails. En effet cette hémorragie, d'abord plus ou moins diffuse, arrive à se disposer en cavités régulièrement circonscrites par l'ectoderme fœtal ; alors chacune de ces cavités est l'homologue d'un lobule placentaire, d'un complexus de lamelles labyrinthiques; la figure schématique ci-jointe précise ces homologies (fig. 34). Ce schéma représente, à l'extrémité droite de la figure, un lobule placentaire (reproduit conformément aux schémas M^1 et M^2 de la figure 31, précédemment donnée p. 77), et, en allant vers la gauche, deux cavités de la bordure verte (BV, BV). Ce schéma, faisant suite à ceux des figures 31 et 32, ne nécessite pas de nouvelles explications, et nous pouvons nous borner à attirer l'attention seulement sur ce fait que, aux arcades ectodermiques (AE), aux lames basales (LB), aux lamelles mésentériformes (MF) du lobule placentaire, correspondent, semblablement, pour la bordure verte, des lamelles mésentériformes (*mf*), des lamelles basales (*lb*) et des arcades ectodermiques (*ae*).

Placenta des chéiroptères (Murin). — Dans le *Journal de l'anatomie* (1895, n°s 2 et 6; 1896, n° 2) ont déjà paru trois chapitres de nos recherches sur le placenta du murin. Nous y exposons le mode d'origine de la lame ectoplacentaire, qui se produit comme chez les rongeurs et les carnassiers, et nous insistons sur le fait de la résorption et disparition de l'épithélium utérin à son niveau, fait qui avait été l'objet de nombreuses controverses.

Origine des éléments du placenta humain. — Nous ne saurions nous dispenser de consigner ici, à la suite du placenta des divers mammifères, quelques-unes des conclusions auxquelles nous conduisent

des recherches non encore publiées sur le placenta dans l'espèce humaine. Quelle est l'origine, maternelle ou fœtale, des couches cellulaires qui séparent le sang maternel du sang fœtal? Bien que de nombreuses recherches aient été faites sur ce sujet, des opinions aussi nombreuses que contradictoires ont encore cours à l'heure actuelle ; ces divergences sont dues à des causes multiples, notamment au mauvais état des matériaux d'étude et à l'examen d'un nombre tout à fait insuffisant de stades évolutifs. Il est vrai que nous n'aurons des résultats vraiment positifs que le jour où un observateur, après avoir réuni les phases principales du développement du placenta humain, consacrera le temps nécessaire à l'étude de la série complète des pièces depuis l'origine de l'organe jusqu'à sa constitution définitive. Ici, comme pour tous les tissus et formations complexes, l'anatomie et l'histologie de l'un quelconque des stades évolutifs sont impuissantes à nous renseigner suffisamment. Pour définir la nature d'un organe, il est absolument indispensable d'appliquer la technique histologique à l'étude de *tous* les stades de son évolution.

Quoi qu'il en soit, en tenant compte des faits isolés publiés jusqu'à ce jour et des affinités zoologiques qui relient l'homme aux autres mammifères étudiés par nous, on peut donner le schéma suivant de l'origine et de la constitution *probables* du placenta humain :

Une fois que l'œuf est logé dans les replis de la muqueuse hypertrophiée, les villosités du chorion fœtal s'appliquent à la surface de l'épithélium utérin ; à leur contact, cet épithélium dégénère et disparaît. L'ectoderme qui tapisse les villosités choriales développe de nombreuses assises cellulaires, qui pénètrent dans le tissu conjonctif utérin et entourent les vaisseaux maternels. Ceux-ci se dilatent en sinus sanguins dont les cellules endothéliales sont conservées comme chez les carnivores ou disparaissent dans la suite, par résorption, comme chez les rongeurs. En un mot le placenta humain (sérotine) serait essentiellement constitué par du tissu d'origine fœtale, qui aurait végété au-

devant des vaisseaux maternels et les aurait englobés dans sa masse (1).

Régénération de l'épithélium utérin après la parturition. — On ne peut étudier le placenta jusqu'à son entier développement et son détachement de la paroi utérine, sans être amené à examiner le mode de réparation de cette muqueuse après la parturition. Chez les rongeurs, et notamment chez le rat et la souris, cette étude est rendue facile par des conditions spéciales, qui m'ont permis de constater (Soc. de biologie, 13 décembre 1890, et *Placenta des rongeurs*, p. 408) que la reproduction de l'épithélium ne se fait pas graduellement par un processus centripète, en partant des cellules épithéliales existant à la périphérie de la plaie, mais brusquement et d'emblée sur toute la surface de la plaie par l'arrivée à cette surface de cellules émergeant du chorion muqueux et se transformant, une fois arrivées à la surface, en cellules épithéliales cylindriques. Quelque répugnance théorique qu'on puisse avoir à admettre une origine conjonctive pour des cellules épithéliales, les faits doivent passer avant la théorie ; et, pour la muqueuse utérine, les faits forcent à reconnaître que les cellules épithéliales de la muqueuse utérine peuvent provenir de la transformation des cellules conjonctives du chorion de cette muqueuse.

Mais nous avons de plus montré que, théoriquement, ce fait n'a pas le caractère d'invraisemblance qu'on serait tout d'abord tenté de lui attribuer. L'embryologie ne nous permet pas d'admettre que des cellules du derme deviennent cellules de l'épiderme, c'est-à-dire que des éléments mésodermiques deviennent ectodermiques ; elle ne nous permet pas davantage d'admettre que des cellules mésodermiques

(1) Nos études sur le placenta, dans les divers ordres de mammifères, ont été, de la part de M. le professeur E. Retterer, l'objet de deux articles importants d'analyse et critique : 1° *Les placentas discoïdes d'après les travaux de M. Mathias-Duval* (Revue générale des sciences, 30 juillet 1892, avec 12 figures) ; — 2° *Le placenta des carnassiers* (Revue générale des sciences, 30 novembre 1895, avec 4 figures, et Annales de gynécologie, février 1896).

deviennent endodermiques, c'est-à-dire puissent devenir cellules épithéliales de l'intestin. Mais pour l'utérus, les choses sont bien autres : l'utérus provient des canaux de Muller; et l'épithélium des canaux de Muller dérive de l'épithélium péritonéal, c'est-à-dire du mésoderme. Donc, l'épithélium utérin étant d'origine embryonnaire mésodermique, il est tout naturel qu'il puisse se réparer par transformation de cellules mésodermiques. De même les cellules endothéliales du péritoine peuvent, comme l'a montré Ranvier, provenir de cellules plates du tissu conjonctif sous-séreux. A côté des épithéliums endodermiques et ectodermiques, les épithéliums mésodermiques forment donc bien une classe à part, dont le mode de régénération est conforme aux origines blastodermiques.

Études sur l'embryologie des chéiroptères.

(N°s 225, 231, 232, 233.)

Le mémoire sur ce sujet, en voie de publication dans le *Journal de l'anatomie*, outre les résultats auxquels il a été fait précédemment allusion (amnios, métagastrula, lame ectoplacentaire), renferme encore diverses observations intéressantes pour la zoologie et l'anatomie comparée. Nous citerons les suivantes :

Rapports du pavillon tubaire avec le péritoine. — Van Beneden et A. Robin, qui ont examiné cette question d'anatomie, étaient arrivés à des résultats opposés, le premier décrivant une capsule ovarique complète, close de tous côtés, le second ayant, par la simple dissection, cru constater une ouverture de communication entre cette capsule et la cavité du péritoine. Par la méthode des coupes en série, nous avons pu démontrer que A. Robin avait bien vu les véritables dispositions, et

nous avons déterminé les conditions qui avaient induit en erreur ses contradicteurs.

Gestation unilatérale. — Chez le murin, la gestation a toujours lieu, sans exception, dans la corne utérine droite; mais l'œuf peut provenir aussi bien de l'ovaire droit que de l'ovaire gauche.

Fixation de l'œuf. — La fixation de l'œuf fécondé, dans la corne droite, a lieu d'abord par simple contiguïté de l'ectoderme, étroitement appliqué à la surface de la muqueuse utérine; puis l'épithélium de la muqueuse disparaît en ce point; enfin l'ectoderme émet de petites végétations qui pénètrent, comme autant de racines, dans le tissu de la muqueuse.

Histoire complète du développement du poulet.

Nous avons entrepris et mené à bonne fin la tâche de retracer l'histoire complète du développement du poulet, dans notre *Atlas d'embryologie* (avec 40 planches en noir et en couleurs, comprenant ensemble 692 figures. Paris, 1889).

Qu'il nous soit permis de donner ici une mention spéciale à cet atlas, qui, tout en revêtant la forme d'un ouvrage didactique, représente réellement une série de recherches originales, puisque tous les dessins qui le composent représentent nos propres préparations. Les lignes suivantes, extraites de la préface, suffiront pour indiquer l'origine et le caractère de cet ouvrage :

« Le développement du poulet dans l'œuf a été le point de départ de toutes nos connaissances en embryologie. Aujourd'hui encore, c'est à lui qu'il faut revenir pour toutes les questions, à cause de la facilité à se procurer les matériaux d'étude, de manière à avoir tous les stades

du développement d'un organe, sans qu'il y ait lieu à combler par des hypothèses aucune lacune d'observation. L'embryologie du poulet est donc et restera peut-être toujours la base et l'introduction à toutes les recherches d'embryologie générale et comparée... Mais la lecture des traités didactiques est, à juste titre, réputée longue et laborieuse; les apparitions et transformations des divers organes se font simultanément, dans une étroite dépendance les unes des autres, et cependant la description n'en peut être faite qu'en divisant le sujet, pour traiter, chapitre par chapitre, de chaque formation particulière... Plus que toute autre étude anatomique, celle de l'embryologie serait donc singulièrement facilitée par un atlas complet, dont les nombreuses figures seraient méthodiquement disposées de manière à présenter les faits absolument comme ils se succèdent et s'enchaînent sous les yeux de l'observateur. Me livrant depuis vingt ans à l'étude de l'embryologie des vertébrés, je me suis trouvé, à un moment donné, en possession d'une collection complète de préparations sur le développement du poulet, et, lorsque quelques-uns de mes élèves ont étudié cette collection, j'ai été frappé de la facilité avec laquelle ils comprenaient les processus les plus compliqués du développement, alors que les descriptions des auteurs paraissaient ne leur en avoir donné qu'une idée incomplète ou fausse. Il était donc tout indiqué de mettre une semblable collection à la large disposition de tous, en la publiant sous forme de figures réunies en planches. Le point capital était de disposer ces planches d'une manière pratique, c'est-à-dire que la *lecture* en fût facile et pour ainsi dire courante. Ce point a été l'objet de nombreux essais, de combinaisons diverses, et, enfin, nous croyons avoir trouvé des dispositions qui répondent au but proposé. »

Cet atlas est précédé d'une *Introduction technique*, où sont données toutes les indications pratiques sur : l'incubation et l'installation des couveuses; la méthode pour recueillir les blastodermes et les embryons; les procédés de fixation, de coloration, d'inclusion (collodion), la pra-

tique des coupes en série, et enfin l'exécution des dessins et la composition de planches démonstratives.

Quant à l'atlas lui-même, il donne la série de l'évolution du poulet depuis la formation de l'œuf dans l'ovaire jusqu'à l'éclosion du petit poulet, au vingt et unième jour de l'incubation. La disposition des figures est telle que la lecture en est facile par suite de ce fait que

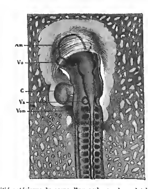


Fig. 35. — Tête et moitié antérieure du corps d'un embryon de poulet à la quarante-unième heure de l'incubation; — *Am*, capuchon céphalique de l'amnios (1).

chaque coupe représentée l'est à côté d'une figure d'ensemble montrant en quelle région du blastoderme ou de l'embryon et dans quelle direction a été pratiquée cette coupe. — La série de ces figures présente soit la solution de divers problèmes d'embryologie encore controversés, soit l'indication de faits nouveaux; ces faits sont en particulier les suivants : — signification de la cavité dite sous-germinale comme équivalent de la cavité d'invagination de la gastrula des vertébrés inférieurs; —

(1) *Atlas d'embryologie*, pl. VI, fig. 100 (Reproduite par Prenant, *Embryologie*, fig. 160, p. 323).

existence, chez le poulet, d'une région semblable à celle décrite par van Beneden chez les mammifères, sous le nom de proamnios (fig. 35); — origine des îlots sanguins de Wolff aux dépens du feuillet interne (endoderme vitellin); — origine de l'endothélium cardiaque aux dépens de l'endoderme de la région pharyngienne; — question de l'état double primitif du cœur (il est double quant à sa couche mésodermique de la splanchnopleure, simple quant à sa formation endothéliale); — formation d'un double pancréas symétriquement disposé, l'un droit, l'autre gauche (fig. 36); — origine du foie par deux diverticules creux

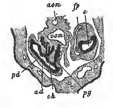


Fig. 36. — Coupe des ébauches du foie et du pancréas chez un embryon de poulet au septième jour de l'incubation; — *e*, estomac; — *ad*, anse duodénale; — *ch*, conduits hépatiques; — *pg*, *pd*, pancréas gauche et droit; — *aom* et *vom*, artère et veine omphalo-mésentériques (1).

du tube digestif (fig. 36); — mode de production du diaphragme et, en général, des formations cloisonnantes de la cavité pleuro-péritonéale primitive; — origine de la veine ombilicale par les réseaux vasculaires primitifs de la paroi antérieure de l'abdomen, etc., etc.

Les figures de cet atlas ont été reproduites dans tous les traités d'embryologie publiés depuis 1889, aussi bien à l'étranger qu'en France, et à chaque instant nous avons eu à faire ressortir combien cet ouvrage rendait facile la comparaison de l'embryologie du poulet

(1) *Atlas d'embryologie*, pl. XXXVII, fig. 596 (Reproduite par Prenant, *Organogenie*, fig. 128, p. 282).

avec les faits nouveaux publiés sur le développement d'autres vertébrés. Ainsi, à propos d'une communication de M. Phisalix, j'ai pu faire observer (*A propos des veines ombilicales.* Soc. de biologie, 17 mai 1890) que les dispositions qu'il a décrites pour l'embryon humain se réalisent également pour le poulet, et sont représentées dans les figures de mon *Atlas d'embryologie*. Pour le poulet, il faut modifier cependant un peu sa description en disant : La circulation veineuse allantoïdienne se fait d'abord par un riche réseau vasculaire développé dans la paroi abdominale, et qui communique en haut avec les canaux de Cuvier et la partie correspondante des veines cardinales postérieures (*Atlas*, pl. XXXIV, fig. 530, 531); puis, au niveau de la partie inférieure du foie (partie antérieure, à cet âge) en voie de formation, une des branches de ce réseau présente un développement prépondérant, se place en un repli saillant dans la cavité péritonéale, et enfin se met en connexion avec la veine omphalo-mésentérique (pl. XXXVII, fig. 588 à 593). Seulement, ces dernières dispositions paraissent, d'après le dessin de M. Phisalix, se présenter d'une manière plus nette chez l'embryon humain que chez celui du poulet, parce que, chez l'oiseau, le cloisonnement de la cavité pleuro-péritonéale ne se fait sans doute pas exactement de la même manière que chez l'homme.

Seconde Division : ANATOMIE.

Ces recherches d'anatomie ont porté essentiellement sur le système nerveux, et principalement sur l'*anatomie microscopique* des centres (moelle, bulbe, encéphale). C'est donc par l'exposé de ces parties que

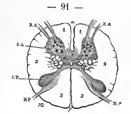


Fig. 37. — Schéma d'une coupe de la moelle cervicale au-dessous de la déeussation des pyramides; — CA, cornes antérieures, avec les racines antérieures (RA); — CP, cornes postérieures, avec les racines postérieures (RP).

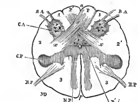


Fig. 38. — Coupe du bulbe rachidien au niveau de l'entre-croisement des pyramides; décussation des faisceaux moteurs xx; — NP, noyau des corps restiformes; — CA, tête de la corne antérieure décapitée par le passage des cordons moteurs décussés.

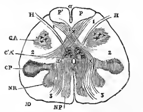


Fig. 39. — Coupe du bulbe au niveau de la partie supérieure de l'entre-croisement des pyramides; décussation des faisceaux sensitifs xx, qui vont se placer en arrière des pyramides motrices P, P'; — NR, noyau des cordons restiformes; — H, H, fibres radiculaires inférieures de l'hypoglosse (1).

(1) Les figures 37 à 44 sont des schémas résumant les nombreuses planches de nos mémoires sur les nerfs crâniens et l'anatomie microscopique du bulbe; nous avons publié

nous commencerons; viendront ensuite les organes des sens, puis quelques études sur diverses questions d'anatomie.

Systématisation des parties blanches et grises de la moelle se continuant dans le bulbe, la protubérance, etc.

(Nos 16, 17, 21 *bis*, 29, 41, 51, 55, 61.)

Le bulbe rachidien, la protubérance annulaire et la région des pédoncules cérébraux présentent, dans leur constitution intime, les mêmes parties que la moelle épinière (fig. 37), mais avec des dispositions nouvelles résultant de l'entre-croisement et du changement de place des cordons blancs d'une part, et, d'autre part, de la segmentation de la substance grise centrale en îlots distincts qui forment les noyaux d'origine des nerfs crâniens.

Dans un travail fait en collaboration avec le professeur Sappey (*Sur le trajet des cordons nerveux qui relient le cerveau à la moelle*, 1876), à la notion classique de l'entre-croisement du cordon antéro-interne et des cordons blancs latéraux (fig. 38), nous avons ajouté la notion nouvelle de l'entre-croisement des cordons postérieurs. Ces *cordons postérieurs* de la moelle s'entre-croisent immédiatement au-dessus des cordons latéraux, en contournant le canal central, puis forment un large raphé qui va finalement constituer la partie postérieure ou sensitive des pyramides et se poursuit à travers la protubérance jusque dans les couches optiques (fig. 39, 40, 41).

pour la première fois ces schémas dans l'article Nerveux (Système) du *Dictionnaire de médecine et de chirurgie* (t. XXIII, 1877), article où nous résumions ce qui avait alors paru de nos recherches sur le système nerveux. Nous avons reproduit ensuite et complété ces schémas dans la 4e édition du *Cours de physiologie* (1879). Ils sont depuis devenus classiques, et on les trouve aujourd'hui reproduits dans tous les traités d'anatomie descriptive et d'anatomie microscopique aussi bien à l'étranger qu'en France.

D'autre part, dans une longue série de mémoires *sur les origines des nerfs crâniens* (voy. les détails ci-après), nous avons étudié les transformations de la substance grise et nous avons pu arriver à formuler une sorte de schéma général, pour montrer comment les noyaux des régions du bulbe, de la protubérance et des pédoncules cérébraux, ne sont autre chose que les cornes grises de la moelle, transformées et segmentées d'une manière qui peut les rendre au premier abord méconnaissables. Ces résultats généraux ont été consignés pour la première fois dans l'article Nerveux (Système) du *Dictionnaire de médecine et de chirurgie*, puis reproduits dans le *Cours de physiologie*, aujourd'hui à sa 7e édition. Il suffira ici d'un rapide résumé pour en rappeler la signification, c'est-à-dire pour montrer que les noyaux des nerfs crâniens se divisent en deux classes : les *moteurs*, formés de masses grises qui prolongent les cornes antérieures, et les *sensitifs*, formés de masses grises qui prolongent les cornes postérieures.

A. *Masses grises qui prolongent les cornes antérieures*. — Ces masses représentent les noyaux d'origine des nerfs moteurs bulbaires et protubérantiels, lorsque les cordons antéro-latéraux ont, par leur décussation, décapité les cornes antérieures. — Chacune de ces cornes se trouve divisée en deux parties distinctes : 1° l'une, la *base* de la corne (NH, fig. 40), reste contiguë au canal central, se prolonge sur toute la longueur du plancher du quatrième ventricule, de chaque côté de la ligne médiane, et y forme les amas connus sous le nom de *noyau de l'hypoglosse*, de *noyau commun du facial et du moteur externe* (facial supérieur); plus haut, au niveau des pédoncules cérébraux, au-dessous de l'aqueduc de Sylvius et de chaque côté de la ligne médiane, cette prolongation de la base de la corne antérieure s'éteint en formant le noyau d'origine du *moteur oculaire commun* et du *pathétique* (fig. 44, ci-après). — 2° L'autre partie, la *tête* de la corne décapitée, se trouve rejetée en avant et en dehors ; mais elle ne disparaît pas, comme on a paru généralement le croire; seulement les amas gris qu'elle

forme sont coupés et fragmentés par le passage des fibres arciformes venues du corps restiforme. Une étude attentive permet de constater que cette partie toute périphérique et isolée de la corne antérieure donne naissance d'abord à la formation grise connue sous le nom de *noyau antéro-latéral* depuis les travaux de Stilling, Kœlliker, L. Clarke et J. Dean. Ce noyau antéro-latéral est le noyau moteur des nerfs mixtes (S, fig. 40), c'est-à-dire du spinal, du pneumogastrique et du glosso-pharyngien ; il représente aussi, par ses parties les plus internes (le plus souvent fragmentées par le passage des fibres arciformes), un *noyau antérieur accessoire de l'hypoglosse* (N'H', fig. 40). Plus haut, au niveau du plan de séparation entre le bulbe et la protubérance, les formations grises qui font suite au noyau antéro-latéral, c'est-à-dire à la partie détachée de la corne antérieure, sont représentées par le *noyau inférieur du facial* (fig. 41) et par le *noyau masticateur* du trijumeau, ce dernier noyau étant situé en pleine protubérance, à peu près au niveau même de l'émergence du nerf (MA, fig. 43).

B. *Masses grises qui prolongent les cornes postérieures.* — Les cornes postérieures sont décapitées, comme les cornes antérieures, mais seulement par le passage des cordons postérieurs marchant vers leur décussation (fig. 39) ; comme pour les cornes antérieures, une partie des cornes postérieures, leur base, reste contre le canal central, et une autre partie, la tête, est rejetée vers la périphérie. — 1° La *base* de la corne postérieure présente des modifications importantes au-dessous du niveau où les cordons postérieurs se dirigent vers leur décussation ; elle envoie, en effet, dans la partie la plus interne de ces cordons (dans les cordons grêles ou pyramides postérieures), un prolongement gris dont la signification est inconnue et qu'on a nommé *noyau des cordons grêles* ou des pyramides postérieures (NP, fig. 39) ; plus haut, un prolongement semblable va s'irradier dans les corps restiformes et porte le nom de *noyau restiforme*. Mais, à mesure que le canal central s'étale pour former le plancher du quatrième ventricule, la base de

la corne postérieure, que ne recouvrent plus les cordons postérieurs, se trouve à découvert sous ce plancher, dont elle forme les parties externes en dehors des masses grises situées de chaque côté de la ligne médiane, et appartenant à la base de la corne antérieure. Ces masses grises, suites de la base des cornes postérieures, se trouvent ici, comme dans la moelle, en rapport avec des racines sensitives, et en effet les noyaux qu'elles forment sont connus sous le nom de *noyaux sensitifs des nerfs mixtes* (PN, fig. 40, ci-dessous), c'est-à-dire du spinal, du glosso-pharyngien et du pneumogastrique. — 2° La *tête* de la corne postérieure se trouve fortement rejetée en dehors, déjà au-dessous du niveau où se fait l'entre-croisement des cordons postérieurs. Cette tête, suivant le mouvement général par lequel toutes les parties postérieures de la moelle se portent, dans le bulbe, en avant et en dehors, est dès lors fortement éloignée de sa congénère du côté opposé, de façon à atteindre les couches superficielles des parties latérales du bulbe ; ce qu'on nomme en anatomie descriptive *tubercule cendré de Rolando* n'est autre chose que la tête de la corne postérieure devenue plus ou moins apparente à l'extérieur, selon les sujets, tant est mince la couche de substance blanche qui la sépare de la surface du bulbe. A mesure qu'on observe des coupes faites à un niveau plus élevé dans le bulbe et la protubérance, on voit encore cette tête de la corne postérieure et l'on constate qu'elle occupe toujours une position de plus en plus antérieure ; en même temps, on voit se grouper à son bord externe (finalement bord antérieur) un cordon de fibres blanches qui monte avec elle jusque dans la région moyenne de la protubérance, et émerge à ce niveau sous le nom de *grosse racine du trijumeau*. C'est à ce niveau que se termine la tête de la corne postérieure de la substance grise de la moelle (CP, fig. 43).

Origines réelles (noyaux gris) des nerfs craniens.

(N°s 17, 22, 24, 26, 28, 29, 43, 46, 48, 51, 53, 54, 55.)

Nous exposerons ces résultats en allant des nerfs bulbaires vers les nerfs qui émergent de la protubérance et des pédoncules :

1° *De l'hypoglosse.* — Outre le noyau classique de l'hypoglosse, placé sous forme d'une colonne grise, triangulaire, de chaque côté de l'ex-

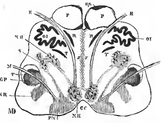


Fig. 40. — Schema d'une coupe de la partie moyenne du bulbe. On y retrouve, mais avec des dispositions nouvelles, la substance grise des cornes antérieures (parties ombrées de traits horizontaux) et celle des cornes postérieures (parties ombrées de traits verticaux); — NH, noyau classique de l'hypoglosse; — N'H', noyau accessoire de l'hypoglosse; — S, noyau accessoire moteur des nerfs mixtes (pneumogastrique); — PN, noyau sensitif des nerfs mixtes (base de la corne postérieure); — CP, tête de la corne postérieure; — T, racine bulbaire du trijumeau.

trémité postérieure du raphé du bulbe, nous avons décrit (Journal de l'anat., septembre 1876 : *Origine de l'hypoglosse*) à l'hypoglosse un *noyau accessoire*, noyau qui occupe une situation antéro-latérale, en dehors de la lame grise connue, depuis Stilling, sous le nom de *noyau juxta-olivaire externe*. Ce noyau, désigné actuellement sous le nom de *noyau de Duval*, est formé non par une masse homogène de substance grise, mais par des traînées grises réticulées; il renferme de grosses

cellules multipolaires, et, comme le noyau moteur des nerfs mixtes, représente la suite des cornes antérieures de la moelle, cornes dont la tête a été comme décapitée, puis réduite en fragments par les décussations qui se produisent au niveau du collet du bulbe, entre les faisceaux blancs médullaires, et par le passage des *fibres arciformes* qui sillonnent transversalement tout le bulbe.

Le grand hypoglosse a donc deux noyaux d'origine : le premier placé prés de la ligne médiane, sur le plancher du quatrième ventricule (NM, fig. 40) ; le second, constitué par de la substance grise réticulée, est en avant et en dehors du précédent (N'H', fig. 40). Ces deux noyaux paraissent posséder des fonctions différentes.

En effet, chez un malade atteint de paralysie glosso-labio-laryngée, MM. Gubler et Raymond ont observé que les mouvements de la langue nécessaires à l'articulation des mots étaient anéantis, tandis que ses mouvements dans la déglutition étaient conservés. L'autopsie, c'est-à-dire l'examen microscopique des préparations de ce bulbe débité en fines coupes, nous a démontré (*Note sur le rôle physiologique probable des deux noyaux de l'hypoglosse.* Soc. de biologie, 12 juillet 1879) que le noyau principal était complétement détruit, tandis que le noyau accessoire offrait encore un certain nombre de cellules à peu prés normales. En comparant l'anatomie pathologique et la clinique, on arrive à penser que le noyau principal sert aux mouvements de la parole et que l'accessoire sert aux mouvements de déglutition. Une autre preuve est fournie par les noyaux de l'hypoglosse chez les animaux (chien, lapin), chez lesquels le noyau accessoire est en effet le plus développé.

Ces conclusions ont été confirmées et étendues dans un nouveau mémoire (*Paralysie labio-glosso-laryngée.* Archives de physiologie, 2e série, t. VI, en collaboration avec le professeur Raymond).

2° *Le moteur oculaire externe et le facial.* — Le trajet du facial, de son émergence à son noyau propre, présente une courbe très accentuée,

une sorte de fer à cheval, à convexité postéro-interne, dont la partie moyenne, saillante sous le plancher du quatrième ventricule, mérite seule le nom de *fasciculus teres* (*Premier mémoire sur les nerfs crâniens*. Journal de l'anat. et de la phys., septembre 1876), dénomination qui avait été appliquée, avec certaines confusions, à des parties très diverses de la masse nerveuse du quatrième ventricule. Le noyau du

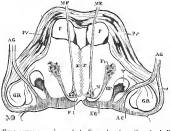


Fig. 41. — Schéma d'une coupe au niveau de la ligne de séparation du bulbe et de la protubérance ; — F_1, noyau propre du facial (tête de la corne antérieure) ; — M, noyau commun du facial et du moteur oculaire externe (base de la corne antérieure) ; — AG, nerf acoustique, avec la racine externe *e*, qui passe en dehors du corps restiforme ; — FT, *fasciculus teres* du facial.

nerf *moteur oculaire externe* (M, fig. 41) est placé au-devant et en dehors de ce *fasciculus teres*, et forme une masse grise triangulaire, d'où se détachent à la fois les fibres radiculaires du nerf moteur oculaire externe et des fibres qui vont prendre part à la constitution des racines du facial.

3° *Le facial.* — Dans le mémoire de 1876, dont nous venons d'indiquer les résultats à propos du *fasciculus teres*, nous avions surtout étudié le bulbe des mammifères. Dans un second mémoire (*Du facial chez l'homme*. Journal de l'anat., mars 1877), nous avons montré que des dispositions semblables à celles indiquées pour les animaux (chien et chat) se retrouvent entre le facial et le moteur oculaire externe de

l'homme. Le noyau du moteur oculaire externe est donc commun aux 6e et 7e paires : c'est le noyau supérieur du facial ; quant au *noyau propre* (noyau inférieur) du facial, il est placé sous les couches les plus superficielles de la face antérieure du bulbe, entre l'olive supérieure et la racine bulbaire du trijumeau (*Fi*, fig. 41). Il est très nettement limité en avant et sur les côtés, moins nettement en arrière où il donne naissance aux fibres radiculaires du facial. Chez

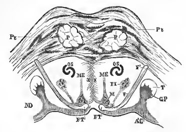


Fig. 42. — Schéma d'une coupe de la région inférieure de la protubérance ; — FT, partie supérieure du *fasciculus teres* se recourbant en dehors pour former le tronc émergeant du facial ; — ME, nerf moteur oculaire externe ; — T, racine bulbaire du trijumeau, ou grosse racine (sensitive) de la 5e paire.

les animaux, il est tout à fait en contact avec l'*olive supérieure* et pourrait être confondu avec elle à un examen superficiel ; mais l'emploi d'un grossissement suffisant y montre la présence de cellules nettement caractéristiques, c'est-à-dire de grosses cellules motrices à prolongements multiples et ramifiés.

Mais, pour que les faits anatomiques acquis relativement à l'origine des 6e et 7e paires apparaissent avec toute évidence et que sur ce sujet les controverses soient définitivement tranchées, il a paru utile d'accumuler un nouvel ordre de preuves empruntées à un nouveau mode d'examen ; tel a été l'objet d'un nouveau travail (*Quatrième mémoire*

sur les nerfs crâniens. Étude du facial et du trijumeau au moyen de coupes longitudinales. Journal de l'anat., janvier 1878) : les résultats obtenus ont été confirmatifs des précédents et ont montré les choses sous une forme plus schématique, c'est-à-dire qu'ils ont permis de donner une vue d'ensemble des dispositions radiculaires en question. La disposition du *fasciculus teres* et ses connexions avec le noyau propre (inférieur) du facial sont ainsi devenues plus évidentes. En même temps, la racine bulbaire du trijumeau a été montrée dans ses rapports de *pure contiguïté* avec le noyau moteur de ce nerf, ce dernier noyau donnant uniquement naissance aux fibres radiculaires qui vont former la petite racine ou nerf masticateur. Suivent quelques considérations : 1° sur les amas gris décrits par Clarke sous le nom de *noyau du fasciculus teres* et qui, appartenant à l'acoustique, n'ont rien à voir avec les origines du facial ; ils sont en effet en connexion avec les *barbes du calamus ;* 2° sur les troubles trophiques produits par les lésions de la racine bulbaire du trijumeau ; 3° sur l'état des noyaux des 5e, 6e, 7e paires dans la paralysie glosso-labio-laryngée.

4° *Le nerf trijumeau*. — Dans ce qui précède, nous avons déjà indiqué quelques-uns des résultats auxquels nous sommes arrivé relativement au trijumeau. Mais ce nerf important méritait d'être plus profondément étudié.

Dans un mémoire *Sur le nerf trijumeau et spécialement sa racine motrice* (1877), nous avons surtout insisté sur la racine *bulbaire* de ce nerf, racine qui descend dans le bulbe jusqu'au niveau du tubercule cendré de Rolando : cette racine a une grande importance au point de vue de la physiologie des fonctions bulbaires et de la pathologie du bulbe. Quant au noyau moteur du trijumeau (MA, fig. 43), ou *noyau masticateur*, il est placé dans la protubérance, au niveau même du plan d'émergence du trijumeau, et il est formé par un amas bien circonscrit de grosses cellules nerveuses motrices, amas qui fait suite,

comme du reste l'anatomie pathologique le montre si nettement, au noyau inférieur ou noyau propre du facial et par conséquent représente,

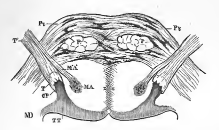


Fig. 43. — Schéma d'une coupe de la protubérance au niveau de l'émergence du nerf trijumeau ; — MA, noyau moteur du trijumeau, ou noyau masticateur ; — M'A', racine motrice du trijumeau (nerf masticateur); — T', la grosse racine du trijumeau formée surtout par les faisceaux bulbaires (T) de ce nerf.

dans la protubérance, le prolongement de la tête de la corne antérieure de la moelle.

D'autre part, la *racine bulbaire*, purement sensitive, demandait une étude à la fois anatomique et expérimentale. Elle a été faite, en collaboration avec le docteur Laborde, dans le mémoire intitulé : *Le trijumeau et sa racine bulbaire sensitive* (1885). — La première partie de ce mémoire est consacrée à l'étude de la racine bulbaire du trijumeau, étude facile chez le rat et le lapin. Chez ces animaux, on constate, sur des coupes minces, que la 5e paire va prendre son origine assez loin dans la moelle cervicale ; au niveau du tubercule cendré de Rolando, ces fibres radiculaires sont déjà groupées en gros faisceaux vers la tête de la corne postérieure, au milieu d'une substance grise d'aspect gélatineux. Des coupes successives permettent de suivre le trajet de ces fibres radiculaires à travers le bulbe et la protubérance, leur ensemble dessinant, en coupe, une sorte de fer à cheval, ou de croissant (T, fig. 41, 42, 43), aux deux extrémités duquel viennent se

joindre les racines moyenne et externe. De postérieur, ce croissant, par un mouvement de rotation, se porte en avant vers le lieu d'émergence, ou origine apparente du trijumeau (fig. 43). — La seconde partie a mis en évidence la production constante d'une anesthésie complète de la face, à la suite de toute lésion expérimentale intéressant les parties latérales du bulbe, dans la région occupée par cette racine bulbaire.

Mais les résultats les plus importants ont été consignés dans le travail intitulé : *Des troubles trophiques et de sensibilité à la suite de la lésion expérimentale du trijumeau* (1878). Ces recherches ont eu pour point de départ le fait suivant : au cours d'expériences sur les troubles produits par les lésions des noyaux moteurs oculaires, nous avions constaté que, dans certains cas, les lésions ayant porté sur les parties latérales et inférieures du bulbe, l'animal (chien ou lapin) avait présenté des troubles trophiques du côté de l'œil : injection, puis suppuration de la conjonctive, opacité de la cornée. Nous pensâmes aussitôt qu'il s'agissait dans ces cas de lésions de la racine bulbaire du trijumeau. Ayant alors repris ces recherches, en nous efforçant d'aller atteindre cette racine bulbaire, dont nous connaissions avec précision le trajet, grâce à nos nombreuses études anatomiques sur ce sujet, nous sommes parvenus, un grand nombre de fois, à la sectionner, sans produire de lésions du bulbe assez étendues pour amener la mort rapide de l'animal. Dans ces circonstances, nous avons observé des phénomènes immédiats et des phénomènes consécutifs. Les phénomènes immédiats sont l'insensibilité du côté de la face correspondant au côté lésé dans le bulbe : c'est la sensibilité de la cornée que nous interrogions de préférence, et, dans tous les cas, nous avons constaté que la sensibilité de la cornée était absolument abolie immédiatement après l'opération.

Mais, si le fait de la perte plus ou moins complète de la sensibilité, comme résultat immédiat de la section intra-bulbaire du trijumeau, est

un fait déjà connu, il n'en est pas de même des *phénomènes consécutifs* à cette section. Dès le lendemain de l'opération, l'œil du côté correspondant présente une conjonctive très injectée et une cornée qui a perdu son poli; bientôt la cornée devient opaque, et une sorte de fonte purulente plus ou moins étendue et plus ou moins profonde ne tarde pas à se produire. Ces phénomènes se présentent aussi bien chez le lapin que chez le chien.

On sait que Magendie, puis Cl. Bernard, appelèrent l'attention des physiologistes sur les troubles trophiques qui se manifestent du côté de l'œil à la suite de la section du trijumeau pratiquée au delà du ganglion de Gasser (entre ce ganglion et la périphérie). On fut tenté tout d'abord de considérer ce ganglion comme le centre auquel le trijumeau empruntait ses propriétés trophiques. C'est alors que Cl. Bernard opéra la section de ce nerf en deçà du ganglion, c'est-à-dire entre le ganglion et l'émergence du nerf; les troubles du côté de la nutrition de l'œil se produisirent comme dans les premières expériences, d'où il fallut absolument conclure que le trijumeau contenait ces fibres trophiques dès sa sortie de la protubérance, c'est-à-dire qu'il fallait chercher, non dans un ganglion, mais dans l'axe céphalo-rachidien, le centre correspondant à ces fibres. En montrant que la section de la racine bulbaire du trijumeau produit ces mêmes troubles trophiques, nous sommes sur la voie qui doit nous conduire à trouver enfin les centres correspondants. Ces centres sont dans le bulbe ou plus bas, vers la partie supérieure de la moelle cervicale.

Disons encore que, chez les animaux ainsi opérés, l'œil n'est pas le seul organe qui présente des troubles trophiques. Le docteur Gellé, dont la compétence est bien connue pour tout ce qui concerne l'appareil auditif, a examiné les oreilles de nos amimaux : il a trouvé des altérations de la muqueuse du tympan.

En tout cas il importait de se rendre compte de la nature des troubles trophiques de l'œil, comme l'expose une note communiquée à la Société

de biologie (*Étude des troubles trophiques de l'œil à la suite de la section du trijumeau*, mai 1880). Nous avons procédé à l'examen histologique d'un certain nombre d'yeux d'animaux opérés : en faisant une coupe qui comprend la cornée et l'iris, c'est-à-dire la totalité de la chambre antérieure, nous avons trouvé cette chambre remplie de pus. Sur les yeux extirpés dans les premiers jours après l'opération, cette collection purulente remplit la cavité de la chambre sans intéresser la cornée, qui paraît saine dans toute son étendue; mais sur les yeux pris ultérieurement (treizième à quinzième jour), on voit que la cornée commence à se prendre, c'est-à-dire qu'elle présente par places une prolifération de ses éléments fixes, d'où résultent un petit abcès et finalement une perforation. Par cette perforation la chambre antérieure se vide et l'œil peut guérir. La lésion de la cornée n'est donc pas primitive, mais consécutive à la suppuration de la chambre antérieure; il n'est pas étonnant qu'elle fasse défaut lorsque, comme dans les expériences de Ranvier, les nerfs de la cornée seuls sont lésés. Quant à la nature de la suppuration qui remplit la chambre antérieure, sans en donner une explication, nous n'avons pu nous empêcher de rapprocher ce fait de celui qu'a signalé Cl. Bernard, à savoir qu'en extirpant le ganglion thoracique supérieur, on produit sur le chien une pleurésie purulente. La chambre antérieure de l'œil est comparable à plus d'un égard à une séreuse, et les expériences précédentes montrent que la section des vaso-moteurs qui se distribuent à cette séreuse oculaire produit, comme dans la plèvre, ce que l'on pourrait appeler la pleurésie purulente de la chambre antérieure.

Nous ne citerons ici que pour mémoire deux autres notes relatives à la pathologie du nerf trijumeau. L'une (*Sur un cas d'aplasie lamineuse de la face*. Soc. d'anthropologie, 1883, 1er fascicule, p. 90) relate un cas d'atrophie limitée et étendue à tout le domaine du trijumeau gauche; rien chez les ascendants ni les enfants du sujet. L'autre (*Du rôle de la racine bulbaire du trijumeau dans l'irradiation des névralgies*. Soc.

de biologie, novembre 1889) a cependant une certaine importance au point de vue anatomique; elle montre comment les irradiations et propagations de névralgies de la tête à la région cervicale, que plusieurs auteurs veulent surtout expliquer par des anastomoses périphériques, s'expliquent plus naturellement par la théorie qui invoque l'irradiation par contiguïté d'un centre au centre voisin, aujourd'hui que nous avons démontré ce fait que le trijumeau va, par sa racine bulbaire, prendre naissance dans la partie inférieure du bulbe ou supérieure de la moelle cervicale, c'est-à-dire en somme au contact immédiat des points d'origine du plexus cervical.

5° *Nerf pathétique ou de la 4e paire.* — Notre cinquième mémoire sur les nerfs crâniens (*Des racines et du noyau des nerfs de la 4e paire.* Journal de l'anat., juillet 1878) a pour objet l'étude des origines du *nerf pathétique* et d'une *racine supérieure du trijumeau*, racine qui a été méconnue par tous les auteurs ou confondue avec les fibres du pathétique. Les nerfs pathétiques ont pour noyaux propres des amas de substance grise situés de chaque côté de la ligne médiane, dans la couche la plus profonde de la substance grise qui forme le plancher de l'aqueduc de Sylvius (fig. 44, p. 108); si l'on suit le nerf vers son émergence, on le voit sortir de son noyau, se diriger transversalement en dehors, puis d'avant en arrière, parallèlement à l'axe du système nerveux, puis s'infléchir brusquement en dedans, pour s'entre-croiser, dans la valvule de Vieussens, avec son congénère, et enfin émerger du côté opposé. Ce nerf présente donc, dans son trajet en fer à cheval, une portion moyenne, longitudinale; cette portion offre des rapports très intimes de contiguïté avec la racine ascendante ou supérieure du trijumeau; elle est en effet croisée par cette racine qui, de la région de l'étage supérieur de la protubérance, se porte dans la région du bord interne des tubercules quadrijumeaux. — Une étude historique et critique est consacrée à montrer comment la plupart des anatomistes, et notamment Stilling,

ont rattaché au pathétique ces fibres, qui appartiennent uniquement au trijumeau, dont elles constituent la racine supérieure.

Cette étude a été reprise et complétée dans un sixième mémoire (*Nouvelles études sur le pathétique et principalement sur sa décussation complète dans la valvule de Vieussens.* Journal de l'anat., septembre 1879), qui est consacré spécialement à démontrer l'indépendance du nerf pathétique d'avec la racine supérieure du trijumeau.

L'anatomie comparée vient donner un contingent important de preuves, car l'étude du mésocéphale de la taupe (animal qui n'a aucun nerf oculo-moteur, et, par conséquent, pas de nerf pathétique) montre l'absence complète de tout ce qui, chez les autres mammifères, doit être considéré comme appartenant à la 6e paire (noyau et fibres radiculaires), avec conservation des racines et traînées de substance grise qui doivent être rattachées aux origines du trijumeau, origines qui se présentent chez cet animal avec une netteté et un développement tout particuliers (vu le grand développement de la sensibilité de la peau de son museau).

D'autre part, ce mémoire est destiné à réfuter les conclusions qu'Exner avait tirées des expériences dans lesquelles il excitait par l'électricité la valvule de Vieussens, et d'aprés lesquelles il était amené à nier toute décussation entre les deux nerfs pathétiques; invoquant les recherches expérimentales de Chauveau sur l'excitabilité des racines nerveuses à leur lieu d'émergence, M. Mathias-Duval montre que, conformément aux lois posées par Chauveau, les deux pathétiques, décussés en un chiasma complet dans la valvule de Vieussens, ne devaient pas donner dans les expériences d'Exner des résultats autres que ceux observés par cet auteur (voy. ci-après), et que, par suite, ces expériences ne sont pas propres à trancher par la négative une question sur laquelle les préparations anatomiques donnent des résultats si démonstratifs; les pathétiques s'entre-croisent donc complètement d'un

côté à l'autre, et nous avons aussi montré l'importance de cette disposition pour les mouvements des yeux.

Du reste, nous avons montré (*Réfutation des expériences d'Exner relatives à la décussation des nerfs de la 4e paire.* Soc. de biologie, 27 novembre 1879) que, pour trancher, au point de vue purement anatomique, la question de l'entre-croisement des nerfs de la 4e paire, il n'est même pas besoin de pratiquer de fines coupes de l'isthme de l'encéphale d'un adulte. Pour s'éclairer sur cette question qui a été si controversée, il suffit d'examiner attentivement des cerveaux d'embryon au septième mois; on voit alors le pathétique se dessiner en blanc sur la valvule de Vieussens, grise à cet âge, et l'on peut facilement en suivre la décussation fibre par fibre.

Par l'expérimentation, Exner a voulu prouver que l'entre-croisement n'existait pas; pour cela il excitait le pathétique au moyen de deux électrodes, dont l'un était placé au milieu de la valvule et l'autre vers l'émergence du nerf. N'observant, dans ce cas, que des mouvements dans un seul œil, l'expérimentateur concluait à la non-décussation des fibres du nerf de la 4e paire. Il se trompait. En effet, Chauveau a, dès 1862, dans ses *Recherches expérimentales sur les origines réelles des nerfs crâniens*, donné des expériences qui suffisent pour réfuter l'interprétation d'Exner, et nous expliquer les causes de l'erreur. Quand Chauveau excitait les nerfs moteurs dans leur implantation ou origine apparente, il n'obtenait aucun résultat et observait au contraire des mouvements quand il les excitait après leur lieu d'émergence. Exner, dans ses expériences, excitait le lieu d'implantation d'un pathétique et le lieu d'émergence de l'autre; il ne devait donc avoir des mouvements que dans un œil.

L'anatomie comparée nous a d'autre part fourni à cet égard encore de nouveaux arguments, en montrant (*Le nerf pathétique chez l'homme et les singes.* Soc. d'anthropologie, 5 juin 1879) que la décussation des nerfs de la 4e paire est très visible sur les coupes du mésocéphale des

singes (notamment les cynocéphales), qui présentent, en rapport avec la mobilité vive et incessante des yeux, des nerfs oculo-moteurs très volumineux (1).

6° *Nerf moteur oculaire commun.* — Le nerf moteur oculaire commun a été de notre part l'objet de recherches anatomiques et expérimentales. Tout d'abord, dans le septième mémoire sur les nerfs crâniens (*Les origines du nerf moteur oculaire commun.* Journal de l'anat., mai 1880), nous montrons que : 1° le noyau moteur oculaire commun n'est autre chose que la partie antérieure d'une petite colonne longitudinale de sub-

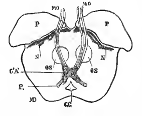


Fig. 44. — Schéma d'une coupe des pédoncules cérébraux; — C'A', noyau commun du moteur oculaire (MO) et du pathétique (P); ce noyau représente la base de la corne grise médullaire.

stance grise dont la partie postérieure forme le noyau du pathétique (fig. 44); les racines du moteur oculaire commun provenant de ce noyau ne présentent aucune décussation; 2° aux racines provenant de ce noyau et qui forment de beaucoup la plus grande partie du nerf, viennent se joindre des fibres provenant des faisceaux les plus internes de

(1) Cette question vient d'être l'objet, à la Société de biologie, de communications nouvelles et de discussions confirmatives de nos résultats (A. Thomas, *Contributions à l'étude expérimentale des déviations conjuguées des yeux et des rapports anatomiques des noyaux de la 3e et de la 4e paire.* Séance du 14 mars 1896; — V. Laborde, *même sujet.* Séance du 21 mars 1896).

la bandelette longitudinale postérieure. Quelle est la signification de ces dernières fibres radiculaires qui ne prennent pas naissance dans le noyau même ? Nous avons démontré, dans une autre série de recherches, qu'elles proviennent, par un trajet croisé, d'un noyau situé beaucoup plus bas dans le bulbe, du noyau du moteur oculaire externe.

En effet nous avions, avec le docteur Laborde (*Recherches anatomiques et expérimentales sur les mouvements associés des yeux*, 1877), entrepris des recherches de vivisection propres à montrer le rôle physiologique de ces connexions. Cette démonstration ne pouvait être faite qu'en agissant expérimentalement sur le noyau même d'origine du moteur oculaire externe, car l'entre-croisement des fibres radiculaires en question se fait très haut au niveau des tubercules quadrijumeaux inférieurs, et une section médiane longitudinale du plancher du quatrième ventricule ne saurait les atteindre.

Il fallait donc attaquer directement le point d'origine même du nerf de la 6e paire, afin d'intéresser les fibres anastomotiques dont il s'agit. C'est ce que nous avons fait avec M. Laborde dans ces expériences dont les résultats, sur ce point, comprennent deux ordres de faits distincts :

1° Ceux dans lesquels la lésion expérimentale provoque la *déviation conjuguée* des yeux par *excitation fonctionnelle* (en ce cas, le noyau d'origine et les fibres radiculaires ont été simplement irrités et excités, et la déviation se fait du *côté même* de la lésion) ;

2° Ceux dans lesquels la déviation a lieu par *paralysie*, auquel cas toute communication a été tranchée entre le noyau d'origine et les fibres radiculaires anastomotiques, d'où la paralysie des moteurs associés de l'œil et la déviation du *côté opposé* à la lésion.

Enfin si, dans une troisième alternative et comme contre-épreuve, on intéresse à la fois les deux noyaux et par conséquent les fibres anastomotiques de chaque côté, le résultat est négatif quant à la déviation conjuguée, — et il se produit un double strabisme con-

vergent, par l'action simultanée des muscles droits internes ne conservant plus que la part d'innervation qui leur vient de la 3ᵉ paire.

Il résulte donc clairement de ces faits expérimentaux que le noyau d'origine de la 6ᵉ paire (moteur oculaire externe) est étroitement lié au moteur oculaire commun du côté opposé; et c'est grâce à cette disposition que l'association fonctionnelle des yeux dans la vision binoculaire se trouve réalisée et assurée.

Dans une note (*Sur la signification réelle des anastomoses entre la 6ᵉ et la 3ᵉ paire.* Soc. de biologie, 30 novembre 1878), nous revenons d'une façon plus explicite encore sur cette question, et insistons sur ce point que la communication entre le noyau de la 6ᵉ paire d'un côté et le noyau de la 3ᵉ paire du côté opposé se fait au moyen de fibres *radiculaires* et non *commissurales*, ce qui revient à dire que ces fibres ne sont point comme un pont jeté entre les deux noyaux, mais qu'émanées du noyau de la 6ᵉ paire elles se juxtaposent aux fibres qui émergent du noyau de la 3ᵉ, et forment avec celles-ci un même faisceau radiculaire, jusqu'au moment où chaque élément particulier reprend sa direction ou distributions péciale (périphérique).

Enfin ce cas particulier d'association de deux nerfs crâniens nous a permis d'expliquer le mécanisme de divers mouvements associés (*Sur la déviation conjuguée des yeux et la rotation de la tête.* Soc. de biologie, 15 novembre 1879).

7° *Nerf glosso-pharyngien et nerf intermédiaire de Wrisberg.* — Nous comprenons ici, dans un même paragraphe, le résultat de nos études sur le glosso-pharyngien et sur l'intermédiaire, puisque la principale conclusion de ces recherches arrive à montrer que l'intermédiaire de Wrisberg n'est qu'un filet erratique du glosso-pharyngien.

Dans notre septième mémoire sur les nerfs crâniens (*Journal de l'anat.*, mai 1880), nous avons montré que les racines du glosso-pharyngien proviennent de quatre sources distinctes : ces quatre séries de fibres

radiculaires sont disposées d'avant en arrière dans l'ordre suivant : 1° fibres venues du noyau moteur; 2° fibres venues du raphé ; 3° fibres venues du noyau sensitif; et 4° fibres formées par la *bandelette solitaire*.

Dans une première note (*Sur l'origine du nerf de Wrisberg et ses rapports avec le glosso-pharyngien*. Soc. de biologie, 1880), nous montrons que le nerf intermédiaire, émergeant entre le facial et l'acoustique, fait partie de la série des racines du glosso-pharyngien ; c'est un filet pour ainsi dire erratique de la 9e paire crânienne, dont il partage les origines centrales, c'est-à-dire s'implante dans les mêmes noyaux. Aussi préside-t-il aux mêmes fonctions, car, en considérant la corde du tympan comme lui faisant suite, il complète l'innervation gustative du glosso-pharyngien. — Puis, dans le neuvième mémoire sur les nerfs crâniens (*Journal de l'anat.*, septembre 1880), nous donnons avec détail (2 planches) la démonstration de ces faits. Le nerf de Wrisberg, émergeant entre le facial et l'acoustique, n'appartient cependant ni à l'un ni à l'autre de ces nerfs, mais représente une racine du glosso-pharyngien, racine toute supérieure, détachée des autres fibres radiculaires de la 9e paire, et pour ainsi dire erratique. D'après les propriétés que cette racine doit présenter, en tant que partageant les origines centrales du glosso-pharyngien, et d'après les propriétés expérimentalement reconnues au petit nerf périphérique dit *corde du tympan*, j'ai été amené à considérer la corde du tympan comme faisant suite au nerf de Wrisberg : il en résulte, entre autres conclusions, qu'un seul nerf préside à la sensibilité gustative de la langue, le glosso-pharyngien, d'une part au moyen de fibres directes pour le tiers postérieur de la langue, et d'autre part au moyen de fibres indirectes, par la corde du tympan, pour les deux tiers antérieurs de la langue.

8° *Le nerf acoustique et les canaux semi-circulaires*. — Nos études sur le nerf acoustique comprennent, outre les faits anatomiques, la

solution de l'important problème du sens de l'équilibration. — Dans une première communication à la Société de biologie (*Sur les origines du nerf acoustique et sur le nerf du sens de l'espace*, février 1880), nous montrons que, outre les barbes du *calamus scriptorius* qui forment sa racine postérieure et superficielle, le nerf acoustique possède une racine antérieure et profonde (fig. 41, p. 98), qui passe en avant du corps restiforme et va aboutir en partie à un noyau diffus à grosses cellules étoilées et en partie au corps restiforme lui-même. Ces dispositions, déjà signalées par Stieda chez quelques animaux, permettent difficilement de considérer cette racine comme appartenant aux fonctions acoustiques. Sans doute faudrait-il y voir un nerf en rapport avec les fonctions des canaux semi-circulaires, fonctions que Cyon a caractérisées, en disant que les canaux semi-circulaires *sont les organes périphériques du sens de l'espace*. Discutant alors quelques points de la thèse de Cyon, nous avons fait remarquer que ce physiologiste n'a peut-être pas tiré pour sa théorie tout le parti que pouvait lui fournir l'analyse des phénomènes de Purkinje et surtout des cas de maladie de Ménière, suivis d'autopsie. Il y a en effet deux autopsies (une de Ménière, une de Politzer), dans lesquelles, sur des sujets ayant présenté des symptômes de vertige, des sensations subjectives de tournoiement, on a constaté une lésion (injection, hémorragies) des canaux semi-circulaires.

S'il y a des *sensations subjectives de tournoiement*, il y a donc un sens qui est l'origine de ces sensations, et, si les canaux semi-circulaires sont les organes périphériques de ce sens, la racine antérieure de l'acoustique en est sans doute le nerf centripète, de même que le cervelet en est l'organe central, d'où partent alors les réflexes coordinateurs des mouvements. C'est-à-dire qu'en réalité le nerf acoust que renferme deux nerfs : 1° le nerf acoustique proprement dit; 2° le nerf de l'espace (les considérations précédentes indiquent assez ce qu'il faut entendre par cette dernière expression). Et en effet, en répétant avec

le docteur Laborde un certain nombre d'expériences sur les canaux semi-circulaires, il a été facile de constater, d'après les résultats obtenus, que les principaux phénomènes fonctionnels, succédant à la lésion ou à la section de ces canaux, étaient absolument identiques à ceux qui résultent de la lésion expérimentale de certaines fibres cérébelleuses, notamment des fibres pédonculaires et restiformes. On conçoit d'après cela toute l'importance de la branche que l'on peut appeler motrice de l'acoustique, et qui aboutit précisément au cervelet.

Dans la communication *sur le sens de l'espace et les fonctions des canaux semi-circulaires* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 16 février 1882), nous avons insisté sur cette physiologie des canaux semi-circulaires considérés comme organes périphériques du sens de l'espace, c'est-à-dire comme étant le point de départ des sensations relatives à la situation, à l'état d'équilibre, de repos ou de mouvement de la tête et du corps (sens de l'équilibre). L'existence normale de ces sensations est démontrée par une série d'expériences, et par le fait de *sensations subjectives* de ce genre (vertige de Purkinje), dont on peut, expérimentalement, voir des manifestations même chez les animaux. La disposition des canaux semi-circulaires, orientés de manière que chacun d'eux correspond à l'une des trois coordonnées de l'espace, et les dispositions des origines réelles de certains faisceaux du nerf acoustique, ainsi que leurs rapports avec le cervelet, semblent indiquer qu'il existe bien en effet un sens spécial de l'espace, ayant son centre dans le cervelet, ses conducteurs centripètes dans la 8e paire crânienne (racine antérieure), et enfin son organe périphérique dans les canaux semi-circulaires, auxquels on ne peut plus aujourd'hui donner pour fonction de servir à juger de la direction des sons.

Mais quelques auteurs avaient pensé que les troubles produits par les traumatismes des canaux semi-circulaires tiendraient à une lésion directe du cervelet. Nous avons montré (*Sur les lésions des canaux semi-circulaires*. Soc. d'anthropologie, 1er et 15 décembre 1881, p. 802

et 814) que, en blessant les canaux semi-circulaires, on ne blesse pas fatalement le cervelet, c'est-à-dire qu'on ne produit pas immédiatement une lésion matérielle commune à ces deux ordres d'organes ; mais les lésions des canaux semi-circulaires peuvent gagner le cervelet par l'intermédiaire de certains faisceaux du nerf acoustique.

Anatomie des hémisphères cérébraux.

(Nos 21 *bis*, 44, 45, 51, 82, 88.)

1° *Plexus choroïdes des ventricules et trous de Monro.* — Les trous de Monro sont très réduits chez l'adulte, et peut-être peut-on dire que chez la plupart des sujets ils sont oblitérés. Mais il est certain que, dans l'histoire du développement de l'encéphale humain, il est un moment où les trous de Monro existent largement perméables, comme ils existent chez certaines espèces animales. Chez l'adulte, ils sont le plus souvent oblitérés. On se demandera ce que deviennent alors les plexus choroïdes qui se rendent par ces trous d'un ventricule à l'autre, disent les auteurs classiques. La réponse est très simple : les plexus choroïdes n'occupent pas plus les ventricules latéraux que le troisième ventricule ; ils sont logés en dehors (voy. les figures 45 et 46) et n'ont pas, par conséquent, à passer de l'un dans les autres (Note *sur les plexus choroïdes et les trous de Monro.* Soc. de biologie, 14 juin 1879).

2° *Les couches optiques et le corps strié.* — On sait qu'au début de la vie fœtale ce qui sera plus tard le cerveau est formé d'un certain nombre de vésicules ou renflements vésiculaires, désignés sous le nom de *vésicules cérébrales antérieure*, *moyenne* et *posterieure*. La vésicule antérieure donne bientôt naissance elle-même à un double bourgeon creux antérieur, lequel constitue le cerveau antérieur, c'est-à-dire

ce qui sera, chez l'adulte, les hémisphères cérébraux avec les ventricules latéraux (dont sont creusés ces hémisphères). La partie restante de cette vésicule antérieure représente le cerveau intermédiaire, qui formera chez l'adulte le troisième ventricule avec les couches optiques. Les cavités du cerveau antérieur communiquent avec l'extrémité antérieure de la cavité du cerveau intermédiaire par deux trous (6, 6, fig. 45),

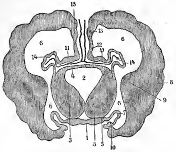


Fig. 45. — Schéma d'une coupe du cerveau d'un embryon humain du troisième mois, pour montrer la *fente de Monro* (6), le revêtement des plexus choroïdes (14) et l'origine du corps strié (9).

un de chaque côté, trous qui se rétrécissent de plus en plus et forment ce qu'on a appelé la fente de Monro. En même temps, le cerveau antérieur se développe en se dirigeant en haut et en arrière, de façon à aller recouvrir les parties les plus postérieures, si bien que les ventricules latéraux des hémisphères se trouvent, en définitive, placés non en avant, mais au-dessus et sur les côtés du ventricule moyen ou troisième ventricule. Si, à ce moment de l'évolution du cerveau, nous pratiquons une coupe verticale dans la région qui sera plus tard la région lenticulo-optique (fig. 45), nous voyons qu'une large ouverture (le trou de Monro) fait communiquer le ventricule latéral avec le troisième ventricule. Mais les choses ne restent pas toujours ainsi. Sur la paroi externe

du ventricule latéral, vers la partie inférieure, il se forme un épaississement de matière grise (8, 9, fig. 45) qui, peu à peu, pénètre dans le ventricule et resserre l'ouverture. Cette masse de nouvelle formation sera le noyau lenticulaire du corps strié. Sur la paroi interne la même transformation s'opère et une masse de substance grise se développe, qui s'avance, pour ainsi dire, à la rencontre de l'autre et finit par combler l'espace demeuré libre entre les deux parois (fig. 46). Cette masse

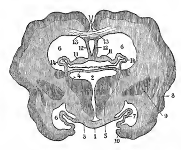


Fig. 46. — Schéma d'une coupe du cerveau du fœtus à terme pour montrer l'oblitération de la fente de Monro (comparer avec la figure 45) et la soudure du corps strié (8, 9) avec la couche optique (5).

est l'origine du corps opto-strié. Entre le futur noyau lenticulaire et le futur corps opto-strié s'intercalent un certain nombre de fibres blanches destinées à former plus tard la capsule interne.

De par leur origine, le corps strié et le noyau lenticulaire se rattachent évidemment à la couche corticale. Or, comme toutes les expériences faites jusqu'à ce jour les ont montrés inexcitables, il y a là comme un nouveau motif de douter de l'excitabilité de la couche corticale elle-même (*Le développement de la région lenticulo-optique dans le cerveau humain*. Soc. de biologie, 21 juin 1879).

3° *La corne d'Ammon; morphologie et embryologie*, mémoire accompagné de 4 planches (Archives de neurologie, octobre et novembre 1881).

L'étude de la corne d'Ammon devait être reprise au point de vue des parties qui la constituent et au point de vue de ses rapports avec la corne sphénoïdale du ventricule latéral et avec les plexus choroïdes. Nous avons abordé ces divers problèmes par l'anatomie comparée et par l'embryologie, et sommes arrivé aux conclusions suivantes :

1° Le bord interne du *corps bordant* de la formation ammonique n'est pas libre : il sc continue avec une fine lamelle (paroi ventricu-

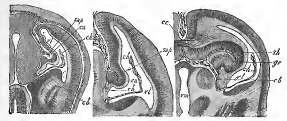


Fig. 47. — Développement de la formation ammonique chez le lapin; — embryon de 17 millimètres (A), de 36 millimètres (B), à terme (C); — *sap*, sillon arqué postérieur; — *sh*, sillon arqué antérieur ou sillon de l'hippocampe; — *ca*, corne d'Ammon; — *cb*, corps bordant; — *gr*, stratum granulosum; — *vl*, ventricule latéral; — *ch*, plexus choroïde; — *cc*, corps calleux (1).

laire chez le fœtus, simple épithélium épendymaire chez l'adulte) qui, refoulée par les vaisseaux de la pie-mère (plexus choroïdes), renferme les plexus choroïdes dans une sorte de repli mésentérique et ferme les ventricules latéraux. — 2° Les plexus choroïdes ne sont donc pas libres dans la cavité ventriculaire : ils affectent avec cette cavité les mêmes rapports que les vaisseaux mésentériques, compris entre deux lames

(1) *La corne d'Ammon*, pl. IV, fig. 15, 16, 17 (Reproduites par Prenant, *Organogenie*, fig. 341, p. 717).

péritonéales, affectent avec la cavité du péritoine. — 3° Il n'y a pas de fente faisant communiquer la cavité ventriculaire avec la surface cérébrale : la cavité ventriculaire cesse au niveau du bord interne ou, pour mieux dire, supérieur du corps bordant (*cb*, fig. 47). Tout ce qui est en dehors (par rapport au plan médian du cerveau) de ce bord du corps bordant est situé dans l'intérieur du ventricule ; la saillie blanche dite *cone d'Ammon* est donc la seule partie, dans l'ensemble de la formation ammonique, qui soit située dans le ventricule ; tout ce qui est en dedans (vers le plan médian) du corps bordant appartient à la surface de l'hémisphère, fait partie de la région corticale (*gr*, fig. 47) ; tel est le cas de la plus grande partie du corps bordant lui-même, de tout le corps godronné et du sillon (*sh*, fig. 47) qui sépare le corps godronné d'avec la circonvolution de l'hippocampe (deuxième circonvolution temporo-occipitale). — 4° Il n'y a plus à parler de *circonvolution retournée*, mais bien de deux circonvolutions placées côte à côte, l'une représentée par la circonvolution de l'hippocampe (deuxième circonvolution temporo-occipitale), l'autre représentée par le corps godronné (nous l'appelons *circonvolution godronnée*), et séparées par un sillon ; c'est le fond de ce sillon (sillon de l'hippocampe) qui, comme cela arrive toutes les fois que le manteau de l'hémisphère est mince (hémisphères fœtaux, région occipitale et ergot de Morand chez l'adulte), se traduit dans l'intérieur du ventricule par une saillie blanche (corne d'Ammon des auteurs). — 5° De ces deux circonvolutions, l'inférieure ou circonvolution de l'hippocampe ne diffère du type général des circonvolutions que par une proportion autre dans la répartition et les dimensions de ses éléments anatomiques (grandes cellules pyramidales en épaisse couche) ; la supérieure, au contraire, ou circonvolution godronnée, présente de plus une couche toute spéciale, caractéristique de cette circonvolution dans la série animale, et formée de noyaux ou petites cellules rondes étroitement serrées les unes contre les autres. — 6° Le sillon qui sépare ces deux circonvolutions diffère des autres sillons

de la région corticale par sa profondeur, par un léger enroulement en haut et en dedans, et surtout par l'abondance et la disposition des vaisseaux qu'il renferme, lesquels sont très serrés, empiètent dans la substance des couches les plus superficielles des deux circonvolutions adjacentes, et produisent entre ces deux circonvolutions une adhérence plus ou moins intime, parfois une véritable soudure (lapin et rongeurs en général), disposition qui a amené quelques auteurs (G. Kupffer entre autres) à considérer l'ensemble de ces deux circonvolutions comme un tout, dans lequel ils distinguent seulement deux feuillets superposés, l'un supérieur (notre circonvolution godronnée), l'autre inférieur (la circonvolution de l'hippocampe).

Circonvolutions cérébrales.

(Nos 115, 118, 119, 124, 130, 135, 170.)

Essai de représentation planisphérique des circonvolutions cérébrales, mémoire accompagné de 6 figures dans le texte (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 20 décembre 1883, p. 982). — Exposé d'un procédé nouveau ayant pour but de représenter, en une seule et même figure, deux faces contiguës d'un hémisphère cérébral, de manière que la concordance et la continuité des sillons et des circonvolutions soit très facile à suivre d'une face à la face immédiatement voisine. Comme essai, ce mode de représentation a été réalisé, dans les six figures qui accompagnent ce mémoire, pour un hémisphère droit d'un singe anthropoïde (le gibbon), dont le cerveau, relativement simple, est cependant très comparable à celui de l'homme. L'insuffisance des dessins ordinaires, pour l'étude des circonvolutions cérébrales, tient à ce que ces figures ne donnent que les circonvolutions sur lesquelles le rayon visuel tombe perpendiculairement; les autres sont vues en raccourci, déformées,

C'est pourquoi j'ai essayé de faire des dessins qui soient, pour un hémisphère cérébral, ce qu'est une carte planisphérique pour la représentation d'une moitié du globe terrestre. Je ne saurais entrer ici dans les détails techniques de la construction de ces figures à l'aide du stéréographe de Broca ; il suffira d'en donner un exemple. La figure 48, qui représente le cerveau d'un gibbon, est en effet de nature à montrer

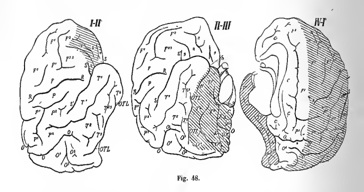


Fig. 48.

qu'il est possible, avec trois dessins seulement, d'avoir une représentation complète de l'ensemble des faces d'un hémisphère, et la transition d'une face à l'autre : en I-II, nous avons la face supéro-externe et la face inférieure (lobe frontal) ; en II-III, la face externe et la face inférieure du lobe temporal ; en IV-V, la face interne et la face inférieure. On voit qu'à la rigueur on pourrait avoir une représentation suffisante avec deux figures seulement (II-III et IV-V). En examinant, par exemple, le lobe temporal, on est frappé des avantages de ce mode de représentation ; en effet, ce lobe, demi-cylindrique, est tel qu'avec les figures ordinaires il est presque impossible (en l'absence de la pièce ou de son moulage) de se rendre compte de la succession des cinq circonvolutions

temporales et de leur genre de continuité avec les pariétales et occipitales externes. Or sur la figure, dite planisphérique, relative à ces parties, tous ces détails et rapports sautent aux yeux.

De la conservation des cerveaux pour l'étude des circonvolutions (Soc. de biologie, 10 mars 1877 et 4 janvier 1879). — Le procédé indiqué est une modification du procédé de L. Frédéricq (de Gand). Après durcissement dans la solution d'acide azotique, le cerveau est plongé dans une solution de bichromate de potasse : l'acide chromique, mis en liberté en présence de l'acide azotique, porte alors au plus haut degré le durcissement de la masse cérébrale, qui est ensuite placée dans l'alcool à 36 degrés, puis dans l'alcool à 40 degrés. Le cerveau est retiré de l'alcool au bout de deux jours, et, après une exposition de quelques minutes à l'air libre, il est plongé dans de la paraffine fondue et presque bouillante. Cette matière pénètre la masse nerveuse, et, lorsque celle-ci est retirée et refroidie, elle conserve son volume primitif, le volume qu'elle avait après durcissement dans l'acide azotique, c'est-à-dire à peu près exactement son volume normal.

Rapport anatomique sur le cerveau de Louis Asseline. En collaboration avec MM. Chudzinski et G. Hervé (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1883, p. 260 ; avec 6 figures intercalées dans le texte). — *Description morphologique du cerveau d'Assezat.* En collaboration avec MM. Chudzinski et G. Hervé (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1883, p. 328 ; avec 1 figure dans le texte). — *Description morphologique du cerveau de Coudereau.* En collaboration avec MM. Chudzinski et G. Hervé (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1883, p. 377 ; avec 6 figures dans le texte). — *Description morphologique du cerveau de Gambetta* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 18 mars 1886, p. 129 ; avec figures dans le texte).

Ces quatre mémoires, accompagnés chacun de nombreux dessins,

commencent une série de recherches entreprises au laboratoire d'anthropologie (École des hautes études) sur la morphologie des circonvolutions de l'homme. Ces recherches ne pourront de longtemps avoir la prétention d'aboutir à des conclusions; ce sont des documents, des archives qu'il faut constituer pour l'avenir.

La troisième circonvolution frontale gauche. — La localisation découverte par Broca dans la troisième circonvolution frontale gauche

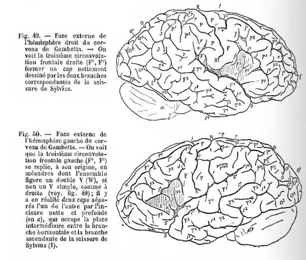


Fig. 49. — Face externe de l'hémisphère droit du cerveau de Gambetta. — On voit la troisième circonvolution frontale droite (F^3, F^3) former un *cap* nettement dessiné par les deux branches correspondantes de la scissure de Sylvius.

Fig. 50. — Face externe de l'hémisphère gauche du cerveau de Gambetta. — On voit que la troisième circonvolution frontale gauche (F^3, F^3) se replie, à son origine, en méandres dont l'ensemble figure un double V (W), et non un V simple, comme à droite (voy. fig. 49); il y a en réalité *deux caps* séparés l'un de l'autre par l'incisure nette et profonde (en *a*), qui occupe la place intermédiaire entre la branche horizontale et la branche ascendante de la scissure de Sylvius (1).

(centre moteur du langage articulé) n'a cessé d'être l'objet de recherches confirmatives dans le laboratoire d'anthropologie (École des

(1) Ces figures sont la reproduction, réduite de moitié, des dessins pris par nous-même, avec le stéréographe de Broca, sur les moulages en plâtre exécutés par M. Chudzinski.

hautes études) dont la direction nous fut confiée. Avec MM. Chudzinski et Hervé nous avons à cet effet réuni et décrit une série de pièces précieuses (nos 118, 119, 124, 170). Dans le mémoire intitulé *L'aphasie depuis Broca* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 14 décembre 1887; Revue scientifique, 17 décembre 1887), après avoir retracé les progrès faits par la question depuis 1861, je donne la description et les figures de cerveaux ayant appartenu à des avocats, à des jurisconsultes, tous célèbres par la facilité de leur parole et par leur mémoire des mots. Chez tous, la troisième frontale, organe de la mémoire motrice verbale, présentait un développement notablement supérieur à ce qu'elle est dans la moyenne des hommes. Le cas le plus remarquable est celui de Gambetta, dont nous avons recueilli et conservé l'encéphale. La troisième frontale gauché y est si développée (fig. 50) que la partie désignée par Broca sous le nom de *cap* y est réellement double; cette disposition est surtout remarquable lorsque, sur ce même encéphale, on compare la troisième frontale gauche à son homologue du côté droit (fig. 49).

Sur le poids vrai de l'encéphale de Gambetta (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 3 juin 1886, p. 399). — On ne pouvait, pour cette précieuse observation, s'en rapporter au poids constaté directement, car, douze heures avant l'autopsie, le corps avait été embaumé par injection au chlorure de zinc, et ce sel astringent avait ratatiné l'encéphale en lui enlevant une certaine quantité d'eau, comme le montra l'abondant écoulement de liquide à l'ouverture de la boîte crânienne. Il a donc fallu, sur une série de cerveaux, procéder à des expériences variées, afin de déterminer la perte de poids que peut subir en moyenne un encéphale par l'action d'une solution de chlorure de zinc. D'après les résultats de ces recherches, nous avons pu établir que le poids de l'encéphale en question était de 1246 grammes environ, c'est-à-dire encore légèrement inférieur à la moyenne. Mais nous avons montré que ce n'est pas

là le seul exemple de poids cérébral, relativement inférieur, constaté chez des hommes d'intelligence supérieure.

Nouvelles idées sur les connexions et le fonctionnement des éléments nerveux.

(N°s 179, 200, 222.)

Les travaux entrepris sur les rapports des éléments nerveux entre eux, par la méthode de Golgi et Ramon y Cajal, ont fourni des résultats anatomiques singulièrement précieux. Ces résultats ont été contrôlés dans notre laboratoire, et nous avons essayé d'en tirer des conclusions physiologiques (*Hypothèses sur la physiologie des centres nerveux.* Soc. de biologie, 2 et 23 février 1895).

Amœboïsme des cellules nerveuses. — Les cellules nerveuses sont en rapport les unes avec les autres non par continuité, mais par simple contiguïté des arborisations terminales du cylindre d'axe de l'une avec les prolongements de protoplasma de l'autre. Il en résulte que, par exemple pour l'acte réflexe, le lieu de transformation de l'excitation sensitive en excitation motrice, le centre réflexe en un mot, est représenté non par une cellule nerveuse, mais par l'articulation à distance des prolongements sus-indiqués.

S'il en est ainsi, et comme il nous est permis d'étendre ces notions à tous les centres nerveux, nous pouvons aujourd'hui bien mieux comprendre les conditions anatomiques, les processus histologiques des phénomènes tels que la mémoire, l'association des idées, l'imagination, et aussi comprendre histologiquement les résultats de l'habitude, de l'éducation. C'est ainsi que, comme tout acte fonctionnel réitéré hypertrophie l'organe qui en est le siège, le passage répété des courants nerveux doit provoquer l'hypertrophie dans les

cellules nerveuses en fonction; si cette hypertrophie a lieu dans le sens de la longueur du prolongement, elle diminuera la distance entre les parties qui doivent communiquer; quand le passage de neurone à neurone devient très facile, par plus de proximité, il devient inconscient; c'est pourquoi les actes habituels, dits automatiques, sont inconscients.

Mais on peut encore se demander s'il s'agit là d'une proximité définitivement établie entre les ramifications terminales, ou d'une facilité acquise par ces ramifications de s'allonger à un moment donné, de se rétracter à un autre moment, par une véritable propriété amœboïde de leur protoplasma. Les observations de Wiedersheim (*Anat. Anzg.*, 1890), sur le cerveau de la *Leptodera hyalina*, lui ont permis de constater que les cellules nerveuses ne sont pas immobiles, mais présentent des changements de forme, des mouvements amœboïdes. D'autre part, les cellules olfactives sont considérées aujourd'hui comme des cellules nerveuses, et l'on sait que leurs prolongements périphériques, homologues des prolongements dits de protoplasma d'un neurone, sont douées de mouvements. L'hypothèse de l'amœboïsme des ramifications nerveuses terminales a ainsi pour bases des faits d'observation. Nous pouvons donc penser que, non seulement les connexions des cellules nerveuses, dans les centres, sont de pure contiguïté, mais encore que cette contiguïté peut être d'un moment à l'autre plus ou moins intime, qu'elle présente une certaine *adventicité*, selon les circonstances. On conçoit qu'ainsi l'imagination, la mémoire, l'association des idées deviennent plus actives sous l'influence de divers agents (thé, café), qui auraient sans doute pour action d'exciter l'amœboïsme des extrémités nerveuses en contiguïté, de rapprocher ces ramifications, de faciliter les passages.

Théorie histologique du sommeil. — Nous avons été ainsi amené à formuler une hypothèse qui a suscité de nombreuses discussions, aussi

bien à la Société de biologie (1895) que dans divers Congrès scientifiques, tant à l'étranger qu'en France, et qui vient d'être l'objet de la thèse de notre élève, M. Pupin (*Du neurone et de la théorie histologique du sommeil*. Paris, 1896). En effet, la conception sus-indiquée sur la mobilité des prolongements de protoplasma des cellules nerveuses, conception qui ramène les actes cérébraux même les plus élevés à des processus histologiques semblables à ceux que nous observons sur les amibes ou les leucocytes, trouverait son application dans l'analyse du phénomène du sommeil et du réveil, et nous donnerait ce que j'ai appelé la *théorie histologique du sommeil*. Chez l'homme qui dort, les ramifications cérébrales du neurone sensitif central sont rétractées, comme le sont les pseudopodes d'un leucocyte anesthésié, sous le microscope, par l'absence d'oxygène et l'excès d'acide carbonique. Les excitations faibles portées sur les nerfs sensibles provoquent, chez l'homme endormi, des réactions réflexes, mais ne passent pas dans les cellules de l'écorce cérébrale; des excitations plus fortes amènent l'allongement des ramifications cérébrales du neurone sensitif, par suite le passage jusque dans les cellules de l'écorce, et par suite le réveil, dont les phases successives traduisent bien ces rétablissements d'une série de passages précédemment interrompus par rétraction et éloignement des ramifications pseudopodiques. Mais de même que des excitations particulières, violentes ou non habituelles, amènent l'amibe à se rétracter, de même des excitations spéciales produiront la rétraction des pseudopodes nerveux, l'arrêt de la fonction nerveuse correspondante (actes d'inhibition, théorie de l'interférence nerveuse), et des excitations violentes, anormales, par le même mécanisme, produiront les anesthésies et paralysies hystériques. Nous ne saurions insister ici sur ces interprétations, mais il est évident qu'elles se prêtent merveilleusement à l'explication de la production comme de la disparition des troubles hystériques.

La comparaison, l'identification du neurone avec une amibe et ses

pseudopodes a déjà été faite, à propos de la dégénérescence des nerfs sectionnés, et l'on a très heureusement rapproché ce processus de celui observé par Balbiani dans ses expériences de mérotomie chez les infusoires (Morat). Les idées que nous avons émises sont une extension légitime de ces rapprochements. La comparaison du neurone avec l'amibe peut éclairer encore bien d'autres questions que celles ici indiquées. Pour en signaler une encore, nous avons montré combien, à la lumière de cette comparaison, doit paraître vaine et sans raison d'être la fameuse hypothèse de la *neurilité* ou conductibilité indifférente de la fibre nerveuse, et par suite combien perdent de leur intérêt les ingénieuses mais toujours infructueuses tentatives de Paul Bert, pour souder un nerf sensitif avec un nerf moteur.

Quel que soit l'avenir de ces hypothèses séduisantes, elles auront eu du moins le mérite d'avoir provoqué de divers côtés des travaux déjà importants et donné lieu à des discussions intéressantes; c'est là le rôle utile des hypothèses scientifiques. Il ne sera donc pas sans intérêt de citer ici les publications suivantes, provoquées par notre communication à la Société de biologie:

— Kœlliker, *Kritik der Hypothesen von Rabl-Ruckhard und Duval über amœboide Bewegung der Neurodendren* (Sitzungsb. d. Würzburger Physik.-medic. Gesellschaft, 9 mars 1895).

— Ramon y Cajal, *Algunas conjeturas sorre el mecanismo anatomico de la ideacion, asociacion y atencion.* Madrid, 1896.

— Casimiro Mondino, *Le odierne cognizioni sulla isto-fisiologia del sistema nervoso.* Palermo, 1895.

— Renaut (de Lyon), *Sur les cellules nerveuses multipolaires et la théorie du* neurone *de Waldeyer* (Bull. de l'Académie de médecine, 5 mars 1895, p. 207).

— Du même, *Contribution à l'étude de la constitution, de l'articulation et de la conjugaison des neurones* (La Presse médicale, 7 août 1895, p. 297).

— Dupouy (Marcel), *Le sommeil* (Moniteur de l'hygiène publique, 15 avril 1895, p. 6).

— Léo Errera, *Sur le mécanisme du sommeil.* Bruxelles, 1895.

— Lugaro (E.), *Sulle modificazione delle cellule nervose nei diversi stati funtzionali.* Palermo, 1895 (Lo Sperimentale, XLIX, fasc. 2).

— Fleury (Maurice de), *Pathogénie de l'épuisement nerveux* (Revue de médecine, février 1896).

Inhibition et dynamogénie sur les centres nerveux. — Cette hypothèse peut aussi intervenir dans l'explication des observations que nous avons précédemment présentées (*Quelques faits relatifs à une particularité de la mémoire.* Soc. de biologie, 24 mai 1890, p. 281) sur l'action d'inhibition que certaines images exercent sur la réapparition d'autres images (mémoire visuelle inhibant la mémoire auditive); de même, pour les observations où nous avons montré l'influence de l'éclairage d'une rétine sur l'impressionnabilité de l'autre (*Quelques exemples de dynamogénie sur les centres des organes des sens.* Soc. de biologie, 3 décembre 1887, p. 763).

Organes des sens et Organes divers.

(Nos 1, 8, 72, 184, 185, 172, 190, 226.)

Peigne de l'œil des oiseaux. — Nous avons montré que le peigne de l'œil de l'oiseau est l'homologue du corps vitré embryonnaire des mammifères, car ce peigne est la seule masse vasculaire mésodermique qui pénètre dans la cavité oculaire (rétinienne) de l'oiseau. La membrane qu'on désigne sous le nom d'hyaloïde chez le poulet ne passe pas par-dessus le peigne; elle s'arrête sur ses bords, sans le recouvrir, et le laisse librement entrer dans la cavité de l'œil. Cette membrane, dite

hyaloïde, ne mérite réellement pas ce nom ; elle n'est autre chose qu'un feuillet cuticulaire produit par la rétine, une *limitante interne* en un mot (*Sur l'homologie du peigne des oiseaux et du corps vitré embryonnaire des mammifères*. Soc. de biologie, 6 décembre 1884, p. 679; et thèse de M. Réal y Beyro, *Étude de l'embryologie de l'œil*, 1885).

Glande pinéale. — La *glande pinéale* est généralement considérée aujourd'hui comme un organe rudimentaire, qui, au moins chez les lézards, représente un œil pariétal atrophié. Nous avons pu mettre en évidence, dans une étude faite en collaboration avec le docteur Kalt, les formes de transition entre l'œil pariétal simple et unique des lézards et la glande pariétale lobulée des mammifères et oiseaux (*Des yeux pariétaux multiples*. Soc. de biologie, 9 février 1889). En effet, en examinant des coupes d'embryons d'orvet, nous avons trouvé sur la tige pinéale, outre l'œil typique, un certain nombre de bourgeons qui sont de véritables vésicules closes, formées par des éléments analogues à ceux qui forment la rétine de l'œil pinéal typique, et dont l'extrémité interne est pigmentée. On n'y trouve déjà plus la différenciation d'un organe analogue au cristallin. Ces bourgeons oculiformes sont au nombre de deux à trois. Il résulte de cette observation que l'œil pinéal, en se multipliant, tend à se dégrader. Supposons la tige pinéale se terminant par un groupe de plusieurs bourgeons oculiformes, mais non pigmentés à leur centre, et nous aurons le type qui est réalisé chez les oiseaux. Que ces bourgeons s'entourent de tissu conjonctif et de vaisseaux, et nous arriverons au type du mammifère. C'est ainsi, croyons-nous, que l'on pourrait expliquer les aspects successifs que prend la glande pinéale dans la série des vertébrés supérieurs.

Quant aux idées anciennes et récentes sur la glande pinéale, nous en avons fait un exposé complet dans une série de leçons professées à l'École d'anthropologie en 1888, et publiées sous le titre : *Le troisième œil des vertébrés*, dans le *Journal de micrographie* (nos du 10 juin au

10 septembre 1888). Le troisième œil des vertébrés appartenant à la catégorie des organes rudimentaires, nous avons saisi cette occasion pour faire une revue générale de ces organes, puis nous étudions la glande pinéale chez l'homme en passant en revue tous les errements auxquels elle a donné lieu en métaphysique et en anatomie. Vient ensuite l'examen des dégradations successives de cet organe, depuis le groupe des lézards jusqu'à l'homme. Nous nous attachons notamment à montrer que les poissons placoïdes du vieux grés rouge, étudiés récemment par le géologue belge Dollo, ne possédaient qu'un œil unique et médian, et que cet œil doit être considéré, non comme le résultat de la fusion de deux yeux latéraux, mais comme étant un perfectionnement de l'organe oculaire de l'amphioxus.

Rétine. — Dans notre thèse d'agrégation (*Structure et usages de la rétine*, Paris, 1872), à côté de l'exposé des données classiques, nous avons pu développer quelques vues originales et nouvelles. Nous signalerons seulement : 1° au point de vue anatomique : l'étude du pigment interne de la choroïde, formant une couche qui, aussi bien d'aprés les données de l'anatomie pure que d'aprés les résultats des recherches d'embryologie, doit être considérée comme faisant partie de la rétine elle-même, interprétation aujourd'hui devenue classique; l'étude des cônes et des bâtonnets; l'étude des connexions des divers éléments nerveux considérés comme formant une fibre continue disposée perpendiculairement au plan de la rétine; — 2° au point de vue physiologique : l'étude de l'hypothèse de la transformaion des ondes lumineuses en ondes (excitations) nerveuses; la recherche de la couche rétinienne dans laquelle se fait cette transformation (couche des cônes et des bâtonnets); enfin et surtout l'étude de la question si controversée de la vue droite avec des images rétiniennes renversées. En partant de ce fait que l'image subjective des phosphénes est diamétralement opposée à la région de la rétine excitée, on est amené à conclure

que les impressions communiquées aux extrémités des nerfs rétiniens sont reportées au dehors de l'œil dans l'axe prolongé des cônes et des bâtonnets. Or ces axes s'entre-croisent, au centre de courbure de la rétine, et, après leur entre-croisement, ils ont en dehors de l'œil, dans le lieu où est reportée l'image, une direction inverse à celle des bâtonnets eux-mêmes. Cette inversion doit évidemment se produire de même lorsque, au lieu d'un corps solide agissant par pression comme le doigt, c'est une image renversée qui fait vibrer (après réflexion sur le miroir choroïdien), les bâtonnets dans la direction de leur axe. De cette façon le renversement optique est annulé et l'image est redressée par le mécanisme physiologique des sensations reportées à distance du point excité.

Dans un court mémoire (*Le développement de l'œil*, avec 19 figures dans le texte, conférence faite à la Société d'anthropologie; voy. Bulletin, 1885) sur les organes de la vision dans la série animale, nous nous sommes attaché à montrer que, dans les divers stades du développement de l'œil d'un mammifère, on trouve les formes que réalise l'œil dans les types inférieurs des vertébrés.

Reproduction de l'épiderme. — En 1886, on n'avait encore qu'imparfaitement démontré la multiplication, par caryocinèse, des cellules de l'épiderme des mammifères, et Flemming lui-même, se fondant sur le petit nombre des cellules du corps de Malpighi en voie de division, admettait que c'est par groupes, par fournées, disait-il, que se passent les phénomènes de la régénération. Dans des expériences où nous rendions cette régénération plus active (*Observations de caryocinèse dans l'épiderme des mammifères adultes*, par Mathias-Duval et Ed. Retterer. Soc. de biologie, 20 mars 1886, p. 137) par l'application d'un vésicatoire, nous nous sommes trouvés en présence des figures les plus caractéristiques de la division caryocinétique. A partir de la couche basale jusqu'à la couche cornée, les cellules offrent tous les stades de la

mitose, qu'on peut suivre, depuis le groupement des granulations chromatiques dans le plan équatorial et la formation du fuseau. En même temps, par l'effet du vésicatoire, les cellules sont devenues plus volumineuses; toutes ces conditions favorisent l'étude de la multiplication des éléments, tandis que, à l'état normal, cette recherche est difficile, vu la petitesse des cellules (étude sur la patte du cochon d'Inde) et le petit nombre des éléments en voie de division.

Appareil génital et urinaire. — L'étude des vésicules séminales du mara (*Dolichotis patagonica*), rongeur très voisin de l'*Aperea* du Brésil, nous a permis de trancher la question si controversée de la signification morphologique des longs tubes que, chez le cochon d'Inde, on désigne sous le nom de vésicules séminales; c'est à tort qu'on a voulu considérer ces tubes comme des restes des tubes embryonnaires de Müller, et par conséquent comme homologues de l'utérus et de l'utricule prostatique. En effet, chez le mara, il existe un utricule prostatique bien distinct, représentant un *uterus masculinus*, et venant s'ouvrir sur le sommet des verumontanum, entre les ouvertures des deux tubes dits vésicules séminales. Ceux-ci sont donc bien réellement des vésicules séminales, dans le sens morphologique du mot, c'est-à-dire des diverticules développés secondairement sur chaque canal de Wolff.

La dissection de ce mara a montré de plus que, conformément à sa parenté sus-indiquée avec le cobaye, il ne possède qu'une seule veine cave supérieure située à droite, tandis que la plupart des autres rongeurs, le lapin par exemple, en ont deux, une à droite et une à gauche (*Sur les vésicules séminales du mara.* En collaboration avec le docteur G. Hervé. Soc. de biologie, 3 mars 1881, p. 131).

Enfin signalons, seulement pour mémoire, quelques recherches que nous avons faites, dès 1868, sur la constitution de l'épithélium vésical (*Étude sur la morphologie de l'épithélium vésical.* En collaboration avec le docteur Susini. Journal de l'anat., 1868, p. 145), sur les globules

du sang (*Action de l'eau sur les globules du sang.* Soc. de biologie, 4 janvier 1890, et Tribune médicale 9 janvier 1890, n° 2, p. 27), sur l'organe de Jacobson (*L'organe de Jacobson des chéiroptères.* En collaboration avec P. Garnault. Soc. de biologie, 22 juin 1895, p. 478).

Troisième Division : TÉRATOLOGIE.

Monstres par défaut de fécondation. Parthénogénèse. — Nous avons ci-dessus (p. 13) rappelé nos recherches sur la segmentation de l'œuf non fécondé, chez les mammifères comme chez les oiseaux (nos 143, 154). Mais il est rare que cette segmentation aboutisse à la formation d'un blastoderme avec ses trois feuillets régulièrement constitués; il est infiniment plus rare que ce développement parthénogénétique se continue jusqu'à la production de rudiments embryonnaires. Cela paraît être cependant dans certains cas, et c'est par ce processus que nous avons cru devoir expliquer la production d'un monstre contenu dans un kyste dermoïde et étudié par M. Répin, dans sa thèse faite sous notre direction (Répin, *Origine parthénogénétique des kystes dermoïdes de l'ovaire.* Thèse de Paris, 1891).

Kystes dermoïdes embryonnés (nos 221, 223, 228). — Nous avons donc été ainsi amené à formuler une théorie générale des monstruosités par parthénogénèse (*Les monstres par défaut et les monstres par excès de fécondation.* Annales de gynécologie et d'obstétrique, février 1895). Ne pouvant entrer ici dans l'analyse de cette théorie, nous rappellerons seulement le fait essentiel qui en a été le point de départ. Il

s'agit d'un kyste dermoïde renfermant un rudiment de fœtus pourvu de quatre membres inégaux et terminé, en guise de tête, par un massif osseux cubique surmonté de trois dents; les quatre membres étaient parfaitement reconnaissables, bien que rudimentaires et bizarrement contournés; dans chaque membre les extrémités terminales sont mieux conformées que la partie moyenne et surtout que la racine. Ainsi dans les membres inférieurs, pour ne citer que cet exemple, on trouve des phalanges reproduisant d'une manière remarquablement exacte la conformation normale, puis des métatarsiens formés chacun d'une diaphyse et de ses deux épiphyses; dans le tarse on reconnaît facilement le calcanéum et l'astragale à côté d'autres osselets trop rudimentaires pour être déterminés. La jambe se compose de deux os à peu près informes, puis une bande osseuse représente le fémur et s'articule avec un os dont la configuration rappelle assez bien les principaux traits d'un os iliaque. A l'examen microscopique, la peau qui recouvre ces formations présente un grand développement du corps papillaire et des glandes sébacées, ainsi qu'on le voit généralement dans les kystes dermoïdes. Chose remarquable, ce corps rudimentaire n'avait pas de tube digestif; mais à côté de lui, complètement indépendant, était un cordon cylindrique, contourné, à extrémités flottantes, dont la section donnait lieu à l'écoulement d'une substance semblable au méconium; l'étude microscopique de ce cordon y montre une tunique séreuse, une tunique musculaire épaisse et enfin une muqueuse pourvue de villosités bien développées, c'est-à-dire qu'on y trouve la structure de l'intestin aussi typique que possible. Disons enfin que le corps de l'embryon renfermait divers cordons nerveux, lesquels, notamment le nerf sciatique droit, présentaient des caractères histologiques tout à fait normaux. Ainsi il est impossible, dans ce produit d'un ovaire atteint de dégénérescence kystique à la fois dermoïde et mucoïde, et en présence de cette production tératoïde, il est impossible de ne pas reconnaître les linéaments d'un embryon. Un

embryon aussi nettement individualisé ne peut être que d'origine ovulaire. Or, en passant en revue, comme nous l'avons fait avec Répin, tous les cas connus de kystes dermoïdes, on voit qu'ils forment une série continue, reliée par toutes les formes de transition, depuis les kystes renfermant des embryons dans un état approximativement complet, en passant par ceux qui contiennent des pièces osseuses dont la configuration rappelle exactement les os normaux du squelette, c'est-à-dire des parties d'embryons, jusqu'à ceux où on ne rencontre que des fragments d'appareils, des organes de moins en moins importants, de plus en plus réduits. Il devient dés lors évident que tout kyste dermoïde de l'ovaire représente bien un être imparfait à peine ébauché, mais pourtant distinct; c'est-à-dire que tous les kystes dermoïdes de l'ovaire sont embryonnés, qu'ils sont tous d'origine ovulaire.

Cette théorie eut un certain retentissement; malheureusement elle fut même exagérée, et je ne sais par quelle confusion on m'attribua (Congrés français de chirurgie, Lyon, 1894) une prétendue théorie parthénogénétique de toutes les tumeurs. C'est contre cette interprétation que j'ai dû protester (*Note sur le cancer et la parthénogénèse*. Soc. de biologie, 20 octobre 1894) et préciser les limites de la question. « Le développement parthénogénétique, disais-je dans cette note, n'a rien à voir avec l'anatomie pathologique des tumeurs en général. C'est un ordre de faits à classer dans la série tératogénique de la fécondation et de ses accidents, série qui se ramène à trois termes principaux : 1° développement de l'ovule sans intervention de spermatozoïde; ce développement est toujours incomplet, rudimentaire, chez les mammifères; il s'arrête presque toujours aux premières phases de la segmentation; s'il va plus loin, il n'a donné jusqu'ici que des kystes dermoïdes plus ou moins embryonnés; 2° développement de l'ovule consécutivement à l'entrée d'un spermatozoïde ; c'cst le cas normal de la fécondation et de la production d'un nouvel être; 3° développement de l'ovule consécutivement à l'entrée de deux ou plusieurs spermatozoïdes; c'est le cas qui

aboutit à la production d'un monstre double; la diplogénèse est la conséquence de la polyspermie.

Monstres doubles.

Genèse des monstres doubles. — La connaissance des processus normaux de la fécondation a été suivie presque aussitôt de connaissances essentielles sur le mode de production d'une catégorie de monstres restés jusque-là problématiques, les monstres formés de la confluence d'un ou de plusieurs embryons, les monstres doubles en particulier. On peut dire que cette partie de la tératogénie, qui était la plus obscure hier, est aujourd'hui la plus complètement élucidée. « L'un des résultats les plus importants, au point de vue théorique, de mes observations sur l'entrée du zoosperme dans l'œuf, dit H. Fol, a été de montrer que, chez des œufs sains et normalement fécondés, il ne pénétre qu'un élément mâle dans chaque vitellus. Une autre série d'études non moins importantes m'a appris qu'il peut entrer plusieurs spermatozoïdes dans un seul vitellus, mais que ce phénoméne est toujours d'ordre pathologique. » Il ne nous a pas été donné de faire des observations sur le processus même de la polyspermie, mais du moins nous avons tenté, partant de ce fait que le monstre double se produit dans un ovule unique hyperfécondé (polyspermie), nous avons tenté de montrer que le résultat d'une hyperfécondation, en produisant dans un seul germe deux centres formateurs, révélés par la présence de deux lignes primitives, pouvait donner lieu à toutes les formes connues de diplogénèse. C'est-à-dire que nous avons montré comment, de la situation réciproque de ces deux lignes primitives, dépend le mode de constitution du monstre, le mode de fusion des deux sujets composants. Cette théorie, que nous avons développée dans tous ses détails (*Pathogénie générale de l'em-*

bryon; tératogénie, dans la *Pathologie générale* du professeur Bouchard, Paris, 1895), mérite ici une courte mention.

S'il y a eu polyspermie, la diplogénèse, qui se manifeste par une double gastrulation, se traduira ici par l'apparition de deux lignes primitives. Ces deux lignes primitives, d'après les conceptions à priori, et d'après ce qui est vérifié par l'observation, apparaîtront toujours sur les bords du disque blastodermique et pourront, l'une par rapport à l'autre, affecter toutes les positions possibles, depuis celle où elles sont

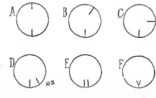


Fig. 51. — Schéma des diverses positions que peuvent occuper deux lignes primitives sur un seul et même disque blastodermique; — A, lignes primitives en opposition (origine des céphalopages et des métopages); — B et C, lignes primitives à angle obtus ou droit (origine des sycéphaliens et monocéphaliens); — D, lignes primitives à angle aigu (hémipages); — E, lignes primitives parallèles (ectopagos, sternopages, etc.); — F, lignes primitives divergentes (sysomiens et monosomiens).

en opposition (fig. 51, en A), c'est-à-dire situées aux deux extrémités d'un même diamètre, en passant par celle où elles sont à angle obtus ou droit (B et C), à angle aigu (D), jusqu'à celle enfin où elles sont très voisines, placées côte à côte, parallèlement l'une à l'autre (en E) ou même se confondant par leur extrémité périphérique ou postérieure (F). Indiquons en deux mots ce qui pourra advenir de deux embryons ayant pour point de départ des lignes primitives placées selon ces dispositions, dont il nous suffira d'examiner cinq types.

1° *Lignes primitives en opposition* (fig. 51, en A). Dans cette disposition de deux lignes primitives, les deux embryons se développeront en

marchant l'un vers l'autre par leurs extrémités céphaliques qui arriveront bientôt au contact et pourront se souder : ainsi se produiront les *métopages* et *céphalopages*. — 2° *Lignes primitives à angle obtus ou à angle droit*. D'après l'étude du cas précédent, nous avons montré que, si les deux lignes primitives sont disposées à angle obtus (fig. 51, en B) ou à angle droit (fig. 51, en C), les deux embryons en voie de formation arriveront à se rencontrer et à se souder également par les têtes, mais non plus directement par le vertex ; la soudure sera latérale et pourra s'étendre sur les parties situées plus bas, c'est-à-dire le cou et même le thorax. Ainsi se produiront les *monocéphaliens* (déradelphes, thoradelphes) et les *sycéphaliens* (janiceps, iniope, synotes). — 3° *Lignes primitives disposées à angle aigu*. La fusion des deux têtes n'aura lieu que dans leurs parties inférieures, basales, les extrémités frontales pouvant se développer indépendamment. Ainsi se produiront les *hémipages*. — 4° *Parallélisme des lignes primitives* (fig. 51, E). Deux lignes primitives qui se forment dans le voisinage l'une de l'autre, mais chacune bien indépendante, dans une même région des bords du blastoderme, seront disposées à peu près parallèlement et donneront lieu à deux gouttières médullaires semblablement disposées ; on voit donc que les extrémités antérieures (têtes) et postérieures (origine des membres postérieurs) resteront indépendantes, mais que les troncs pourront se fusionner d'une manière plus ou moins intime, parfois très superficiellement, selon que les deux embryons se développeront étroitement pressés l'un contre l'autre, ou bien disposés à une certaine distance. Ainsi se produiront les *ectopages*, *sternopages*, *xiphopages* et *pygopages*. — 5° *Lignes primitives fusionnées à leur extrémité périphérique* (fig. 51, F). Cette disposition pourrait, au premier abord, faire croire à la bifurcation d'une ligne primitive unique et nous amener à la théorie de la diplogénèse par bifurcation ou dédoublement. Mais nos connaissances sur la formation de la ligne primitive nous montrent qu'il n'en est pas ainsi. Or, si nous tenons compte de ce fait que la ligne

primitive répond à la future région anale, au bassin, nous comprendrons que les embryons qui se développent en partant de deux lignes ainsi disposées, se dirigeront en divergeant, n'auront aucune tendance à se souder par leurs extrémités antérieures, mais, restant fusionnés par la partie postérieure du corps, donneront, selon que la soudure s'étendra plus ou moins loin en avant, les monstres *monosomiens* (atlodymes, iniodymes, opodymes), ou les *sysomiens* (dérodymes, xiphodymes, psodymes).

Classification des monstres doubles. — Ces conditions étiologiques nous ont amené à proposer une *nouvelle sériation* et à présenter des



Fig. 52. — Schéma de la sériation des monstres doubles.
1, 2, 3, les *teratadelphes;* — 4, 5, les *tératopages;* — 6, les *tératodymes.*

aperçus nouveaux sur la *classification des monstres doubles.* Nous venons de voir en effet que les modes de connexion des sujets composant un monstre double présentent des dispositions géométriques, selon les conditions dans lesquelles peuvent se rencontrer deux lignes, en supposant que ces deux lignes partent de la périphérie d'un même disque, et qu'elles aient la même longueur, le même développement. Une première série de monstres doubles, provenant de lignes primitives en opposition ou à angle très obtus, nous montre deux sujets disposés comme les deux branches d'un Λ renversé (fig. 52, en 1); puis, provenant de deux lignes primitives à angle droit, nous voyons les deux sujets disposés comme un Λ renversé dont les deux branches seraient soudées sur une certaine étendue au niveau de la pointe, c'est-à-dire comme un (λ) Y grec renversé (fig. 52, 2). Une deuxième série, prove-

nant de lignes primitives à angle aigu, nous montre (hémipagie) la branche supérieure de cette figure se subdivisant en deux (fig. 52, 3), disposition qui, en passant aux monstres provenant de deux lignes primitives placées parallèlement côte à côte, arrive à former la lettre X (fig. 52, 4). Enfin une troisième série, provenant de lignes primitives soudées par leur extrémité postérieure, nous montre deux sujets figurant successivement un (Y) Y grec droit (fig. 52, 5), monstres monosomiens, puis un V (fig. 52, 6), monstres psodymes (et peut-être certains ischiopages). En faisant, dans ces schémas figurés par des lettres, abstraction des formes de transition (⅄, Y), c'est-à-dire des Y grecs droits et renversés, nous voyons que nous arrivons en définitive à concevoir trois types de monstres doubles, ceux en Λ, ceux en X et ceux en V. Or ces trois types correspondent d'une manière générale aux trois grandes divisions établies par I. Geoffroy Saint-Hilaire, les monstres en Λ sont les *tératadelphes*, c'est-à-dire les sycéphaliens et les monocéphaliens, auxquels il faut ajouter les céphalopages, les métopages et sans doute les hémipages; les monstres en X sont représentés par un certain nombre de tératopages, c'est-à-dire les pygopages, les ectopages, les sternopages et les xiphopages, mais non les céphalopages et métopages qui doivent rentrer dans le type précédent, ni probablement les ischiopages qui doivent sans doute appartenir au type suivant; enfin les monstres en Λ comprennent tous les *tératodymes*, auxquels nous paraissent devoir être rattachés les ischiopages.

Nous avons ainsi montré combien avait été géniale la classification de Geoffroy Saint-Hilaire, puisque, de par la seule analyse anatomique des monstres doubles, il est arrivé à les disposer en groupes qui correspondent au classement basé sur la connaissance de leurs processus tératogéniques. Un seul de ces groupes se trouve démembré par la classification tératogénique, c'est celui des tératopages; nous en avons détaché les hémipages, fait peu important, parce que ceux-ci représentent une forme de transition, et qu'en somme ils sont intermédiaires

entre les monstres en λ et les monstres en X; nous en avons également séparé les ischiopages. Mais, fait plus important, qui mérite quelques détails, nous avons dû en séparer aussi presque tous les eusomphaliens (métopages et céphalopages), et nous nous sommes longuement expliqué (n° 228), au point de vue de la tératogénie comparée, sur la valeur de la division établie par Geoffroy Saint-Hilaire, des tératopages, en monomphaliens et eusomphaliens. Geoffroy Saint-Hilaire attachait une grande importance à l'existence ou non-existence de deux ombilics distincts. Or, comme l'a fait remarquer Dareste, cette considération ne peut constituer un caractére dominateur. D'une part, on a constaté parfois, chez les mammifères, l'existence de deux ombilics chez des monstres iléadelphes et synadelphes, qui, d'après Geoffroy Saint-Hilaire, devraient n'en avoir qu'un. D'autre part, quand on passe des mammiféres aux oiseaux, aux reptiles et aux poissons osseux, c'est-à-dire aux vertébrés, chez lesquels la vésicule ombilicale ne se sépare pas du corps de l'embryon par un cordon, mais chez lesquels elle est, de maniéres diverses, incorporée au corps même de l'embryon, on voit que, dans tout monstre double, les deux sujets composants arrivent fatalement à un moment donné à être unis par leurs ombilics, quel que soit du reste entre eux l'autre mode d'union caractéristique de la diplogénése.

Hermaphrodisme.

(N[os] 80, 81, 91, 95, 134.)

Sur l'hermaphrodisme réel de l'appareil génital interne, ou apparent de l'appareil externe, nous avons publié diverses études et observations, notamment (*Sur un nouveau cas d'hermaphrodisme.* Bull. de la Soc. d'anthropologie, 2 juin 1881, t. IV de la 3e série, p. 494),

l'étude d'un sujet mâle, en apparence femelle quant à la conformation de ses organes externes, monstruosité qui, interprétée par l'embryologie, est très propre à jeter un jour complet sur l'homologie des organes génitaux de l'homme et de la femme ; et (*Sur un prétendu hermaphrodite.* Soc. de biologie, 5 juin 1881) des considérations sur le développement des organes génitaux externes, et en particulier sur le *sinus uro-génital*. Le type mâle et le type femelle partent d'un état primitif commun ou indifférent, c'est-à-dire de la forme du sinus uro-génital embryonnaire, lequel se raccourcit et s'évase pour former le vestibule féminin, ou bien reste tubulaire pour former la portion membraneuse de l'urètre masculin. Le sujet en question, prétendu hermaphrodite, était resté purement et simplement à l'état embryonnaire pour cette partie de son appareil génital : la dépression infundibuliforme qu'il présentait et qu'on pouvait être tenté de prendre pour un vagin mal développé, n'était qu'un sinus uro-génital. Comme ce sujet possède des testicules dont l'un au moins est bien développé, on peut dire que ce sujet est un homme par ses organes internes, et un embryon (non une femme) par ses organes externes. — Enfin, ayant poursuivi ces études sur le *sinus uro-génital*, nous les avons consignées dans une note (*Sur le vagin et les limites de l'utérus; embryologie du sinus uro-génital.* Soc. de biologie, 23 décembre 1882; Tribune médicale, 31 décembre 1882, n° 750, p. 637) et dans la thèse de notre élève, le docteur Issaurat. (Voir *Troisième partie*).

Otocéphalie.

(N°s 73, 74, 76, 99, 117, 157, 228.)

Nous avons pu disséquer un certain nombre de monstres otocéphales et en tirer des conclusions intéressantes pour l'embryologie. Un premier cas (*Sur un monstre otocéphale.* Soc. de biologie,

26 mars 1881, p. 145) nous a permis de faire des études microscopiques sur le bulbe d'un agneau à terme, acéphale et présentant les deux oreilles réunies à l'extrémité libre du moignon du cou (otocéphalie); le fait de l'absence de la racine bulbaire du trijumeau nous a amené à penser que, dans la formation des nerfs sensitifs, et en particulier du trijumeau, c'est le ganglion spinal (ici le ganglion de Gasser) qui apparaît le premier, et qu'ensuite les racines postérieures ou sensitives se développent en partant du ganglion et se dirigent vers la moelle (ou le bulbe) ainsi que nous l'avons rappelé ci-dessus (p. 42). — Dans un second travail (*Sur un monstre otocéphalien*. En collaboration avec M. G. Hervé. Soc. de biologie, janvier 1883, t. V, p. 56), nous avons étudié deux sujets présentant la même monstruosité et sur l'un desquels l'état des parties a pu être examiné à l'aide d'une dissection attentive. Il s'agit de sujets de la famille des otocéphaliens, du genre sphénocéphale. Parmi les dispositions particulièrement intéressantes sont signalés : 1° la persistance de la cloison qui, chez les jeunes embryons, sépare l'extrémité supérieure du pharynx d'avec la fosse buccale, membrane placée plus en arrière que ne l'est le voile du palais chez l'adulte, et qui n'a aucun rapport morphologique avec ce voile; 2° l'étude du bourgeon à origines multiples qui donne naissance à la langue (1); 3° le développement complet de la voûte palatine et des maxillaires supérieurs, malgré l'absence de la mâchoire inférieure, ce qui montre bien que les bourgeons maxillaires supérieurs sont indépendants de l'arc maxillaire inférieur.

(1) Cette observation a été utilisée par le professeur Paul Reynier, pour trancher la question des limites primitives entre les portions ectodermique et endodermique du tube digestif (P. Reynier. *Du développement de la portion sus-diaphragmatique du tube digestif*. Paris, 1883). — Outre la question de la membrane bucco-pharyngienne, cette observation, portant aussi sur la langue, dont on trouvait un bourgeon médian au-dessous de la membrane en question, nous a servi à confirmer dès ce moment l'opinion, alors contestée, mais aujourd'hui admise par tous, d'après laquelle la langue naît par trois bourgeons, dont un postérieur, médian et profond, émanant du second ou même du troisième arc branchial.

Enfin mentionnons encore deux notes (*Nouvelle communication sur un monstre otocéphale*. En collaboration avec M. G. Hervé. Soc. de biologie, 7 avril 1883, p. 253; et *Sur un monstre otocéphale*. Soc. de biologie, 2 mars 1881 et 17 octobre 1885), dans l'une desquelles le sujet présentait ceci de particulier que la première fente branchiale s'est fermée, tardivement sans doute, comme le montre la situation des conduits auditifs, qui sont comme attirés en bas, vers la face antérieure du cou. Le monstre, de la famille des otocéphaliens, ne correspond exactement à aucune des espèces établies par I. G. Saint-Hilaire dans cette famille. Aussi cette observation est-elle suivie de considérations générales propres à démontrer que parmi les monstres il n'y a bien réellement ni espèces, ni genres d'une valeur absolue; il n'y a que des individus qui, dans leur organisation, offrent tous les intermédiaires entre les types les plus extrêmes. Et en effet, si les monstres sont essentiellement des êtres arrêtés dans leur développement, on comprend que des arrêts peuvent avoir lieu à l'une quelconque des phases de ce développement, c'est-à-dire qu'il sera presque impossible de trouver deux monstres absolument identiques, quelque semblables qu'ils soient l'un à l'autre.

Atrophie de l'appareil olfactif.

(N°s 114, 151, 174.)

Un cas d'absence des nerfs olfactifs nous a permis de faire une étude intéressante, surtout au point de vue de la physiologie de l'olfaction chez l'homme. Il s'agissait (*A propos d'un cas d'absence des nerfs olfactifs*. Soc. de biologie, 24 novembre 1883) d'une pièce anatomique où, malgré l'absence des bulbes olfactifs, nous avons trouvé dans la région supérieure de la pituitaire des fibres nerveuses qui, grâce à leurs

caractères tout spéciaux, étaient parfaitement reconnaissables comme réseaux pituitaires des nerfs olfactifs (à droite comme à gauche) ; de plus, il y avait des filets nerveux semblables dans les petites gaines de dure-mère traversant les trous de la lame criblée de l'ethmoïde. Comme d'autre part, à la base du cerveau, il existait de véritables moignons d'implantation des nerfs olfactifs (au moins à gauche), ce nerf était donc représenté et par ses origines et par ses terminaisons. Ces deux parties ne peuvent avoir existé sans la présence de filets intermédiaires; leur absence serait en désaccord avec toutes nos notions de physiologie générale sur les rapports trophiques des nerfs avec leurs centres. Nous avons donc été ainsi amené à supposer que, dans le tissu sous-arachnoïdien qui enveloppe normalement le bulbe et le cordon olfactif, devaient ici se trouver de fins faisceaux de fibrilles nerveuses, représentant le cordon et le bulbe olfactifs arrivés à un degré extrême d'atrophie. Il faudra donc, disions-nous alors, lorsqu'un anatomiste se trouvera de nouveau en présence d'un cas semblable, examiner avec le plus grand soin (au microscope) la pie-mère et les tractus sous-arachnoïdiens de la région du sillon olfacltif, examen pour lequel, dans les cas sus-indiqués, on n'avait pas conservé les éléments nécessaires. Nous pensons que ces quelques fibres, établissant la continuité des diverses parties des conducteurs olfactifs, peuvent suffire à une olfaction rudimentaire telle que nous la pratiquons dans les conditions actuelles de civilisation. Or le professeur Testut de Lyon (*Traité d'anatomie descriptive*, t. II, p. 673) a depuis rencontré un cas semblable et un examen plus attentif l'a amené à admettre notre interprétation. C'est pourquoi nous avons repris la question et montré (*Du degré de l'atrophie des nerfs olfactifs compatible avec la persistance de l'olfaction chez l'homme.* Bull. de la Soc. d'anthropologie, 3e série, 1884, t. VII, p. 829; travail accompagné de 1 planche) que l'histoire critique des divers cas de ce genre, rapportés par divers auteurs, permet de considérer l'appareil olfactif comme n'ayant pas subi, comparativement à son

développement chez les mammifères osmatiques, tout le degré de réduction compatible avec l'exercice régulier de la fonction chez l'homme, et que cette atrophie peut aller beaucoup plus loin encore, chez certains sujets, sans que ceux-ci aient présenté, pendant leur vie, aucun symptôme de perte des fonctions olfactives normales.

Mentionnons, seulement pour mémoire, comme *observations tératologiques diverses*, les deux notes suivantes : *Sur les doigts surnuméraires chez les gallinacés* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 21 janvier 1886, t. VIII, p. 48) et *Sur les anomalies musculaires* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 20 mars 1884, p. 228). Cette dernière renferme diverses indications sur l'importance de l'étude des anomalies musculaires de l'homme, au point de vue de l'anatomie philosophique et de la recherche des homologies. En effet, le plus grand nombre de ces anomalies reproduisent des dispositions normales chez des êtres placés à divers degrés dans l'échelle des mammifères, et, quant à la recherche des homologies, on voit par exemple l'anomalie connue sous le nom de muscle pédieux de la main, et bien d'autres, établir les similitudes les plus complètes entre le membre abdominal et le membre thoracique. Telles sont les idées plus largement développées dans la préface que le professeur Testut nous a fait l'honneur de nous demander pour son *Traité des anomalies musculaires*, ouvrage couronné par l'Académie des sciences. Dans cette préface, nous insistons de plus sur l'interprétation à donner à certaines anomalies qui ne peuvent être expliquées comme des anomalies régressives, et pour la production desquelles il faut renoncer à invoquer toute relation d'atavisme.

Quatrième Division : TECHNIQUE.

Les quelques procédés que nous avons introduits dans la technique de l'anatomie microscopique se rapportent essentiellement à la pratique des coupes *en série* et au collage de ces coupes sur la lame porte-objet, de manière à obtenir des préparations sériées sans lacune, permettant de reconstituer les parties (embryon, placenta, moelle épinière, etc.) débitées en fines sections. Pour éviter la dislocation de pièces telles qu'un embryon et ses annexes, nous avons eu la bonne fortune de trouver le *collodion humide*, et la valeur de ce mode d'inclusion est assez indiquée par ce fait que ce procédé est aujourd'hui devenu classique et employé dans tous les laboratoires, aussi bien à l'étranger qu'en France.

Inclusion au collodion.

(Nos 37, 38, 68, 82.)

La ténacité, la transparence du collodion devaient attirer sur cette substance l'attention des microtomistes ; mais en même temps sa rétractilité et sa dureté à l'*état sec* n'en indiquaient guère l'usage que pour les coupes à pratiquer sur les parties résistantes et relativement dures.

Pour des parties aussi délicates que le blastoderme ou l'embryon de poulet dans les premiers jours de l'incubation, il ne saurait être question d'employer le *collodion sec*, c'est-à-dire auquel on laisse exercer toute sa force de rétractilité. C'est pourquoi nous avons cherché à utiliser

cette substance à l'*état humide* (*De l'emploi du collodion humide pour la pratique des coupes microscopiques*. Soc. de biologie, 1er février 1879, et Journal de l'anat., 1879; — *Des matières à inclusion en histologie*. Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1879). Une expérience très simple nous a montré, dès le début de nos recherches dans ce sens, combien cette condition était facilement réalisable : en laissant tomber dans une cupule pleine d'alcool à 36 degrés une goutte de collodion épais, nous avons constaté que cette substance reste dans ce liquide sous la forme d'une petite sphère, ne changeant pas de volume, et présentant la consistance et l'élasticité d'un morceau de caoutchouc, en même temps qu'une transparence parfaite. L'éther diffuse dans l'alcool et s'évapore, et la partie solide du collodion (fulmi-coton), demeurant imbibée, forme, à la condition de ne point perdre cet alcool par dessiccation, la masse la plus propre à l'inclusion des pièces délicates destinées à passer par le microtome. — On peut dire qu'en emprisonnant la pièce, et en laissant ses coupes emprisonnées dans le collodion, on a employé comme milieu une substance dont les propriétés optiques sont comparables à celles du verre, mais dont les propriétés physiques sont celles du caoutchouc : *le collodion est, à ce point de vue, du verre élastique et très facile à couper régulièrement au rasoir*.

Montage des coupes et perfectionnements à l'emploi du collodion. — Les fines coupes obtenues après inclusion dans le collodion sont en général montées dans la glycérine; car, si pour les monter dans le baume du Canada on les déshydrate par l'alcool et la térébenthine, ce dernier milieu fait perdre au collodion sa transparence et la préparation est perdue. Mais (*De quelques perfectionnements à l'emploi du collodion en technique histologique*. Soc. de biologie, 1880) on peut éviter cet inconvénient en montant d'abord la pièce dans l'huile essentielle de girofle qui dissout le collodion sans produire aucun précipité. A cet effet, les préparations placées sur la lamelle porte-objet

sont arrosées d'alcool ordinaire, puis d'alcool absolu, et recouvertes alors de la lamelle. Si l'on place à l'une des extrémités de celle-ci un morceau de papier filtre et à l'autre extrémité une goutte d'huile essentielle, on voit celle-ci se substituer à l'alcool et entraîner le collodion ; on répète ensuite une manœuvre semblable en substituant le baume du Canada à l'huile essentielle, et l'on obtient ainsi une préparation indestructible.

Un second perfectionnement (*Le collodion dans la technique de l'embryologie.* Journal de micrographie, 10 mai 1888, p. 197) a trait aux coupes d'objets qui, par leur nature, semblent se soustraire à la pratique de coupes régulières. Les œufs de batraciens, par exemple, lorsque la segmentation a donné les grosses cellules qui constituent le blastoderme, sont extrêmement difficiles à débiter, parce que les cellules relativement grosses et pleines de granulations vitellines se vident de ces granulations lorsque le rasoir les a ouvertes, à peu près comme se viderait un sac de blé éventré. Pour éviter cet inconvénient, il ne suffit plus d'avoir collodionné la pièce en masse (œuf tout entier), il faut collodionner après chaque coupe la surface de section de l'objet, de façon que les éléments qui vont faire partie de la coupe suivante se trouvent agglutinés à la face inférieure d'une lamelle de collodion. Ce procédé n'est pas aussi long qu'on pourrait le croire au premier abord, car le temps nécessaire pour monter et disposer sur la lame porte-objet la coupe qu'on vient de faire, suffit pour que le collodion déposé sur la surface de section se solidifie assez pour rendre possible aussitôt la coupe suivante. (Comme toujours, lorsqu'on manie le collodion en histologie, il ne faut pas le laisser sécher, mais l'arroser d'un peu d'alcool lorsqu'il s'est solidifié.)

Plus récemment nous avons encore apporté de nouveaux perfectionnements à l'emploi du collodion : on en trouvera les détails dans notre mémoire *Sur la corne d'Ammon* (p. 14 et 16), dans le mémoire *Sur la formation du blastoderme* (p. 17), et dans l'introduction technique de l'*Atlas d'embryologie* (n°s 82, 139, 185 *bis*).

Notre procédé d'inclusion au collodion est devenu aujourd'hui classique et d'un emploi général toutes les fois qu'il s'agit de débiter en coupe un embryon ou un organe d'un certain volume. Mais quelques embryologistes allemands (voy. par exemple Sarasin, *Reifung und Furchung des Reptilieneier*, 1883, p. 160) citent, à propos de l'emploi du collodion, les noms de Mason et de Schiefferdecker, de sorte que j'ai pu craindre un moment de me voir dépossédé de mon titre à l'introduction du collodion dans la technique de la microtomie. D'autre part, l'usage du collodion s'est très répandu en Allemagne, mais on l'emploie sous une forme qui porte le nom de *celloïdine*, de sorte qu'avec le terme de collodion disparaît en même temps mon nom, et qu'il n'est plus question que de la méthode à la celloïdine de Schiefferdecker. Or, en se reportant au mémoire de ce dernier auteur (*Ueber die Verwendung des Celloïdins*, etc. Arch. f. Anat. und Entwicklg., 1882, p. 199), on voit que cet auteur ne présente sa méthode que comme une légère modification de la mienne, qu'il a mise en usage dès sa première publication, et que sa celloïdine n'est qu'une forme de collodion qu'on trouve à l'état sec dans le commerce en Allemagne. — Rabl. Ruckhard, qui a été l'un des premiers à apprécier l'emploi du collodion, a soin de déclarer que *la celloïdine de Schiefferdecker n'est autre chose que le collodion de Duval* (*Das Grosshirn der Knochenfische*. Arch. de His et Braune, 1883, p. 282). D'ailleurs les récents traités de technique m'ont rendu complètement justice à cet égard; il me suffira de citer les suivants :

Hermann Fol (*Lehrb. d. vergl. mikr. Anat.*, Leipzig, 1884, p. 118) s'exprime en ces termes : « L'emploi du collodion a été trouvé par Duval, et ensuite perfectionné par Merkel et Schiefferdecker, de telle sorte que le collodion est aujourd'hui une des plus précieuses méthodes d'inclusion. » Bolles-Lee et F. Henneguy (*Traité des méthodes techniques de l'anatomie microscopique*, p. 186) disent de leur côté : « La très importante méthode de l'inclusion au collodion est due à M. Duval. La celloïdine, recommandée plus tard par Merkel et Schiefferdecker,

n'est autre chose qu'un collodion pharmaceutique qui présente l'avantage d'être livré sous forme de plaques solides. La celloïdine s'emploie pour les inclusions de la même manière que le collodion ordinaire, et nous ne ferons pas de distinction, dans ce qui suit, entre les deux substances. » Enfin Ranvier, dans la seconde édition de sa *Technique* (p. 80), dit : « La méthode d'inclusion dans le collodion a été imaginée par M. Duval. »

Mais, outre la question du nom d'auteur à conserver, il y a celle de la valeur comparative du collodion et de la celloïdine. Or, de l'aveu de tous ceux qui ont employé les deux substances, le collodion est bien plus avantageux, d'abord parce qu'il donne une masse transparente qui permet de s'orienter au moment de pratiquer les coupes, et puis parce qu'il est d'une préparation rapide et facile, tandis que les tablettes de celloïdine, opaques et dures, demandent, pour se dissoudre, plusieurs jours de macération dans le mélange d'alcool et d'éther. La celloïdine est une substance chimiquement pure, et qui par suite doit être, pour la photographie, préférée au collodion ordinaire; mais cette pureté chimique est inutile pour une matière à inclure des pièces à microtomiser, et elle est nuisible, puisqu'elle s'accompagne d'une dureté et d'une opacité qui en font une masse à inclusion moins pratique à tous égards.

Procédé de collage des coupes a la paraffine.

Pour les pièces très petites et très délicates, l'inclusion à la paraffine peut être substituée à l'emploi du collodion, surtout parce qu'elle se prête mieux à l'emploi des nouveaux microtomes (microtome à bascule, microtome de Minot, etc.). Mais, avec ces microtomes, les coupes sont plissées et ne sauraient être utilisées qu'à condition d'être déplissées avant d'être collées sur la lame porte-objet. Or les procédés classiques

de collage ne permettraient pas ce dèplissement. Nous avons enfin trouvé un procédé qui donne toute satisfaction à cet égard (*Bull. de la Soc. d'anthropologie*, 29 octobre 1888, p. 591; *Placenta des rongeurs*, p. 279); il consiste en principe à déposer les coupes sur la lame de verre sèche, et à insinuer entre elle et le verre un liquide très aqueux, en une couche assez épaisse; les coupes surnagent sur cette couche, et s'y étalent déjà légèrement; mais on achève leur ètalement d'une manière complète en chauffant légèrement. Ce procédé est aujourd'hui employé dans tous les laboratoires de microtomie, particulièrement par les embryologistes. Le liquide employè est une solution aqueuse, très diluée, d'albumine. Lorsque les coupes sont ainsi soulevées par le liquide albumineux, elles commencent déjà à s'étaler spontanément et quelques-uns de leurs plis disparaissent. En déposant la lame de verre sur une brique légèrement chauffée, on achève et hâte le déplissement, sans aucun danger, pourvu que la température de la brique ne soit pas assez forte pour fondre la paraffine des coupes, mais seulement pour en provoquer l'ètalement. En effet, le liquide s'échauffant, on voit les coupes s'étirer dans tous les sens, et se déplisser comme par enchantement. Lorsque toutes les coupes sont parfaitement étalées et aplanies, on enlève l'eau albumineuse en l'aspirant avec une pipette; on le fait doucement, de façon à ne pas déranger les coupes. Du reste, s'il se produit un léger dérangement, rien n'est plus facile que de le réparer et de remettre les pièces en place, en les poussant avec une aiguille, alors que l'eau est dèjà enlevée, car il en reste assez pour permettre aux coupes de glisser sans inconvènient. Ceci fait, on met la lame de verre sur un plan incliné pour achever l'ècoulement du peu de liquide qui reste encore. On conserve ensuite les prèparations dans un endroit sec où elles doivent rester au moins vingt-quatre heures avant de subir aucune nouvelle manipulation; du reste, une plus longue attente (des semaines et des mois) n'est aucunement nuisible. En tout cas, au bout de vingt-quatre heures, les coupes bien sèches adhèrent parfaitement

à la lame de verre, quelque infinitésimale qu'ait été la quantité d'albumine demeurée pour effectuer leur collage. Elles peuvent alors être traitées de la manière suivante : sur une plaque métallique chauffée à plus de 50 degrés, on dépose la lame; la paraffine fond, on enlève aussitôt la lame et on la débarrasse de paraffine en l'arrosant de térébenthine. Si la pièce n'avait pas été colorée en masse, on lave successivement à l'alcool absolu, puis à l'alcool à 36 degrés, puis à l'eau. On peut laver à l'eau comme s'il s'agissait d'une plaque photographique : les coupes sont devenues indécollables, et la pièce peut séjourner plusieurs jours dans l'eau sans qu'aucune parcelle se détache; c'est-à-dire qu'on peut colorer les coupes soit en versant sur la plaque un liquide colorant, soit en plongeant plusieurs jours la plaque dans un bain colorant. Après coloration suffisante, on lave largement à l'eau, déshydrate par l'alcool et monte la préparation dans le baume du Canada. Il va sans dire qu'on peut également la monter dans la glycérine.

Orientation du blastoderme sur la sphère du jaune et technique des coupes.

L'étude du blastoderme de l'œuf de poule, avant l'apparition de la ligne primitive, présente cette difficulté particulière que rien ne permet de reconnaître, par l'aspect extérieur, sa région postérieure et sa région antérieure, alors que cependant sa constitution, comme le montrent les coupes, est différente de l'une de ces régions à l'autre. Pour résoudre la difficulté, nous avons d'abord constaté (*Orientation du blastoderme sur la sphère du jaune*. Soc. de biologie, 10 octobre 1885), par la statistique de tous les œufs embryonnés, que dans l'immense majorité des cas (dans la proportion de 54 sur 55) la cicatricule est orientée de telle sorte que la ligne qui joint sa future extrémité antérieure à sa future extrémité postérieure est perpendiculaire à l'axe de l'œuf (ligne qui va

du gros au petit bout de l'ovoïde), et que le gros bout de l'œuf correspond au côté gauche, le petit bout au côté droit de l'embryon. — Alors nous nous sommes attaché à durcir cette cicatricule de manière que l'orientation sus-indiquée demeurât marquée sur le fragment de jaune destiné à être débité en coupes (*Mémoire sur la formation du blastoderme des oiseaux*). A cet effet, il suffit de construire, avec une petite bande de papier, une sorte de cuvette triangulaire sans fond, qu'on



Fig. 53. — Dispositif pour fixer et orienter le blastoderme d'un œuf d'oiseau avant de l'exciser pour le durcir et le débiter en coupes (1).

applique sur la région de la cicatricule, en l'orientant de façon que sa base réponde à la future région antérieure et son sommet à la future région postérieure du blastoderme. On remplit alors la cuvette d'acide osmique, et ce réactif fixe et colore une région triangulaire qui, par sa forme, permettra ultérieurement d'orienter les coupes dans la direction voulue. La figure 53 suffit pour compléter ces courtes indications.

Collections de coupes, reproduction des pièces par le moulage et par le dessin.

Dans tous les mémoires publiés (notamment dès le n° 17) nous avons insisté sur la nécessité de recueillir le plus grand nombre possible de coupes, de manière que, par exemple dans les études sur les nerfs

(1) *De la formation du blastoderme, etc.*, 1884, fig. 6 et 7, p. 8.

crâniens, un segment du bulbe se trouve débité en une série de coupes fines, sans aucune perte de substance. C'est ce que nous avons essayé de réaliser dans nos recherches, et c'est à cette méthode que nous devons le caractère essentiellement démonstratif de nos collections de préparations. Nous nous sommes donné pour règle d'arriver au résultat suivant : une longueur de 1 millimètre du bulbe humain, par exemple, sera débitée en trente-six coupes (dont chacune a 1/36 de millimètre). Ces coupes sont reçues à part dans des godets numérotés ; on peut en recevoir de trois à quatre dans chaque godet, parce qu'il n'y a pas de différence bien sensible dans l'organisation de segments aussi peu distants les uns des autres ; mais toujours est-il qu'avec des préparations régulièrement échelonnées à une aussi minime distance, il est impossible de laisser échapper les moindres éléments de transition dans l'organisation des étages successifs de l'isthme de l'encéphale, région si importante et à métamorphoses si brusques que peu d'auteurs nous paraissent avant nous en avoir saisi les phases rapides et compliquées. — Une pareille série de coupes a figuré, pour les centres nerveux, à l'Exposition universelle de 1878 (section de l'enseignement supérieur).

A ces préparations était jointe une pièce schématique destinée à l'enseignement et qui depuis a été éditée par M. Trammont, l'habile naturaliste. Cette pièce consistait en « moulages en plâtre et coupes schématiques du bulbe, de la protubérance et des pédoncules cérébraux de l'homme. Un bulbe humain a été modelé en plâtre grossi quatre fois. Sur ce bulbe, ont été pratiquées, de centimètre en centimètre, des coupes qui ont donné une série de treize segments. Sur chacune des faces de ces segments, on a représenté, par des couleurs conventionnelles, la disposition des cordons blancs et de la subtance grise à ce niveau. Ces pièces sont destinées aux démonstrations publiques. Il est facile d'y saisir comment s'entre-croisent les cordons latéraux, puis les cordons postérieurs ; comment les cornes de substance grise sont successivement décapitées par ces décussations ;

enfin il est facile de retrouver dans le bulbe et la protubérance les parties qui font suite aux colonnes grises ou blanches de la moelle, en tenant simplement compte de ce fait que : les cordons antérieurs de la moelle sont colorés en carmin, les cordons latéraux en bleu, les cordons postérieurs en vert, la corne grise antérieure en ocre rouge, la corne grise postérieure en jaune » (*Catalogue du Ministère de l'Instruction publique*, t. III, p. 19).

Enfin je crois avoir été le premier (du moins d'après ce que déclarent les auteurs divers qui depuis ont imité ce mode de faire) à disposer, pour l'exposé des faits embryologiques, les figures représentant des coupes, de manière à permettre au premier coup d'œil la reconstitution des parties. C'est dans le mémoire *sur la ligne primitive* (1880) que nous avons inauguré ce système, appliqué ensuite, plus complètement, dans l'*Atlas d'embryologie*. Il consiste en ce que chaque planche représente parallèlement le blastoderme, par exemple, vu en surface et vu en coupe, de sorte qu'il est possible de *lire* directement, par la seule inspection des figures, l'état du développement dans les diverses régions du blastoderme, et de constater par exemple que les connexions des trois feuillets blastodermiques sont très différentes selon ces régions.

Comme technique, nous devons mentionner encore l'emploi, dès 1877, d'une double coloration, procédé aujourd'hui d'un usage si étendu (*Procédé pour la coloration des coupes du système nerveux*. Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1877, p. 111). Ce procédé consiste à ajouter, à la coloration rouge obteue par le carmin, la coloration bleue due à l'un des dérivés de l'aniline : il en résulte une coloration violette, plus ou moins intense, et offrant, selon la nature des parties, des teintes différentes très tranchées. En effet, pour la moelle épinière, par exemple : 1° les cellules nerveuses et les cylindres d'axes sont d'un violet tirant sur le rouge, c'est-à-dire dans lequel le carmin domine ; 2° les vaisseaux sont d'un violet tirant sur le bleu, c'est-à-

dire dans lequel l'aniline domine; ce violet est en même temps très foncé, de sorte que les vaisseaux se dessinent par des lignes très nettes et l'on croirait au premier abord avoir sur la platine du microscope la coupe d'un tissu injecté, tant les moindres capillaires sont visibles et distincts; 3° les enveloppes (pie-mère) de la moelle ou des autres segments de l'axe nerveux, ainsi que les prolongements de tissu conjonctif qui, sous forme de cloisons, partent de la pie-mère et pénètrent dans les centres nerveux, toutes ces parties se colorent en bleu presque pur, de sorte qu'il est très facile de les distinguer des parties nerveuses proprement dites.

Cinquième Division : ANATOMIE DES BEAUX-ARTS.

(Nos 90, 112, 116, 147, 149, 160, 187, 191.)

Chargé, depuis 1873, de l'enseignement de l'*Anatomie des formes* à l'École nationale des beaux-arts, j'ai été amené à faire diverses recherches anatomiques et historiques sur plusieurs questions se rapportant à ces intéressantes études.

Mécanisme de la physionomie, etc. — Ainsi, à propos de l'étude des lignes du visage et de la signification pour ainsi dire instinctive que nous leur attribuons, signification dont les recherches expérimentales de Duchenne (de Boulogne) ont démontré l'exactitude, j'ai été conduit à donner (*Les lignes du visage et les origines du sentiment de l'art.* Bull. de la Soc. d'anthropologie, 20 décembre 1883, avec figures) quelques indications sur les variétés ethniques, et notamment sur la direction de

la ligne des yeux dans certaines races jaunes, chez les Chinois. Partant de là nous avons pu établir un rapprochement d'une part entre les significations différentes attribuées, chez diverses races humaines, aux lignes qui, dans l'architecture ou dans la nature, font naître certains sentiments esthétiques, et, d'autre part, les dispositions différentes, selon ces races, des lignes du visage.

C'est pour faire suite à ces études que nous avons essayé (*Précis d'anatomie artistique*, 1882) de schématiser les expressions de la phy-

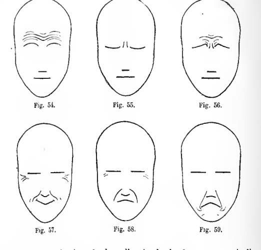


Fig. 54. Fig. 55. Fig. 56.

Fig. 57. Fig. 58. Fig. 59.

sionomie sur des dessins où, dans l'ovale de la face, ne sont indiqués que trois détails : la ligne des yeux, celle du nez et celle de la bouche. Connaissant, d'après les données expérimentales, la modification que chaque muscle imprime à chacun de ces traits et les plis qu'il produit

sur la face, nous avons construit une série de schémas (nº 90) où sont tracées ces modifications, et nous avons, avec des éléments si simples, obtenu des résultats réellement étonnants. On en jugera par les figures 54 à 59 qui reproduisent quelques-uns de ces schémas; la figure 54 représente l'action du frontal (expression de l'*attention*); la figure 55 celle de l'orbiculaire orbitaire supérieur (*réflexion, méditation*); la figure 56, celle du sourcilier (*douleur*); la figure 57, celle du grand zygomatique (*rire et gaieté*); la figure 58, celle du releveur commun externe (*tristesse*); la figure 59, celle du triangulaire du menton (*mécontentement, mépris*). Ces figures ont été très goûtées, car on les voit reproduites aujourd'hui dans tous les ouvrages qui traitent de l'expression de la physionomie (voy. notamment : Fau, *Anat. art. du corps humain*, édition de 1886, par E. Cuyer; — E. Cuyer, *Éléments d'anat. des formes*, 1888; — Soc. d'anthropologie, treizième conférence transform. : *Les expressions de la physionomie*. Revue scientifique du 13 juillet 1895 et Bull. de la Soc. d'anthropologie, 27 mai 1895).

D'autre part, à l'occasion d'Australiens présentés à la Société d'anthropologie, nous avons été amené à étudier les dispositions spéciales des cicatrices que ces sujets présentaient sous forme de tatouages et *scarifications*. Ces cicatrices, en effet, dessinent certains muscles, comme les pectoraux, les deltoïdes, de façon à en faire ressortir la forme et le relief; elles dessinent même les différents faisceaux du deltoïde. Ces faits semblent indiquer une intention esthétique en rapport avec l'importance que doivent attacher les sauvages, aussi bien que le faisaient les Grecs, au modelé plus ou moins puissant des muscles et à la mise en évidence de ce modelé. Au cours de la discussion soulevée à ce sujet dans la Société d'anthropologie, M. Hamy indique que ces idées sont bien en rapport avec la tournure d'esprit des Australiens et rappelle que, dans la danse du squelette, ils dessinent sur leur peau les os sous-jacents (*Les scarifications des Australiens et*

l'esthétique anatomique. Soc. d'anthropologie, 19 novembre 1895, p. 696).

Histoire de l'anatomie plastique. — Singulièrement intéressants sont les efforts des artistes de la Renaissance pour étudier l'anatomie sur le cadavre; ayant fait à ce sujet de nombreuses recherches, nous en avons publié l'histoire, d'abord dans une série d'articles (*Sur l'anatomie plastique, son histoire, son rôle, ses procédés d'étude*) parus dans le journal *Le Dessin*, de janvier à avril 1884, puis dans un grand ouvrage illustré, où, grâce à la collaboration d'un artiste distingué, M. A. Bical, nous avons reproduit les études originales des maîtres (*L'anatomie des maîtres, comprenant* 30 *planches et une histoire de l'anatomie plastique.* Paris, 1890). Les artistes, auxquels cet ouvrage est destiné, ont su apprécier ces reproductions d'études anatomiques qui, par exemple, ont servi à Léonard de Vinci et à Michel-Ange pour produire leurs chefs-d'œuvre. Depuis Léonard de Vinci jusqu'à Géricault, l'histoire de ces maîtres nous apprend que chacun d'eux avait médité de mettre au jour un traité d'anatomie des formes, et qu'ils avaient tous étudié le squelette et l'écorché, non seulement pour leur instruction propre, mais encore dans un but d'enseignement plus général. En réunissant les éléments de leur œuvre didactique inachevée, nous pouvons donc dire que nous avons réalisé leur pensée. Dans cette *Histoire de l'anatomie plastique*, nous exposons d'abord comment, à la Renaissance, les maîtres ont dû demander à la dissection l'analyse des formes, des mouvements et des attitudes. Nous passons ensuite en revue les recherches anatomiques des maîtres et les ouvrages publiés sur l'anatomie plastique. Cette revue historique commence par l'Italie (Léonard de Vinci, le Pollajuolo, Michel-Ange, Raphaël, Bandinelli, Rosso, le Titien) et continue par l'Espagne, les Pays-Bas et la France.

Léonard de Vinci fut un génie en avance de plusieurs siècles sur son époque; c'est ce qui ressort de l'étude de ses nombreux manuscrits et

dessins, lesquels, outre l'anatomie des formes et de l'expression, traitent encore de physiologie, de mécanique animale et même de paléontologie (*Un biologiste du quinzième siècle : Léonard de Vinci*. Revue scientifique, 7 décembre 1889, n° 23, p. 713, avec figures).

Enfin, en 1882, sous le titre de *Précis d'anatomie à l'usage des artistes*, j'ai publié un résumé de mon enseignement à l'École nationale des beaux-arts, et, en 1890, sous la forme de planches murales, un *Cours complet d'anatomie humaine*, avec la collaboration de M. E. Cuyer (planches adoptées par M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts pour les lycées, collèges, écoles normales, et pour les écoles spéciales de dessin et des beaux-arts. Chez Quantin, Paris, 1890).

Sixième Division : VARIA (ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE).

Nous indiquerons ici, en quelques mots, diverses recherches sur les questions les plus variées d'anthropologie, d'anatomie normale et pathologique, de physiologie, etc., qui n'ont pu trouver place dans les sections précédentes.

Au sujet du *système nerveux*, et à propos des tentatives thérapeutiques par élongation des nerfs, nous avons fait des recherches (*Recherches histologiques sur l'élongation des nerfs*. Soc. de biologie, mars 1881, p. 137) sur l'état des racines postérieures chez les animaux ayant subi l'élongation des nerfs correspondants; les résultats négatifs de ces recherches font penser que ce n'est pas au niveau de l'implantation des racines postérieures, mais bien au niveau des ganglions rachidiens qu'il faut sans doute chercher la lésion, cause de la dégénérescence, si toutefois cette lésion est nettement localisée.

Lors des discussions si vives sur les localisations cérébrales (*A propos des fonctions de la substance corticale des hémisphères*. Société de biologie, 17 octobre 1878) et à l'occasion des expériences de MM. Franck et Pitres, dans lesquelles ces physiologistes ont constaté que la faradisation de la couche corticale des régions qu'on est convenu d'appeler *motrices* ne provoque pas indéfiniment les contractions des membres, c'est-à-dire qu'en appliquant les électrodes sur la zone motrice d'un chat, on observe d'abord une contracture musculaire énergique, mais bientôt le muscle ne réagit plus que par des secousses intermittentes, et finalement ne répond plus du tout aux excitations, nous avons présenté quelques observations tendant à montrer qu'on n'est pas autorisé à expliquer ces phénomènes par un épuisement de l'excitabilité de la couche corticale. On peut, en effet, émettre l'hypothèse suivante : l'électricité agit indirectement sur les conducteurs; mais ceux-ci se fatiguent, et alors les contractions cessent. Si, en enlevant la substance grise et en excitant directement la substance blanche, on obtient de nouveau des contractions, c'est que l'on triomphe par un surcroît d'intensité électrique de l'épuisement de l'organe. Tout s'explique donc sans avoir besoin d'accorder une excitabilité propre à la couche corticale.

A la physiologie du système nerveux se rapportent encore (*Des sympathies douloureuses ou synalgies*. Soc. de biologie, 11 janvier 1884, p. 4) une série d'observations et d'essais d'interprétation des phénomènes de sensibilité que Gubler désignait sous le nom de *douleurs répercutées* ou *en écho*, et qu'il expliquait en invoquant une sorte de *sensibilité réflexe*. A cette hypothèse nous montrons qu'il faut substituer celle de la propagation d'excitations d'un centre cérébral à un autre centre cérébral voisin, ce dernier, en vertu de la loi de l'extérioration des sensations, rapportant aux parties périphériques, avec lesquelles il est normalement en rapport, tous les ébranlements dont il est le siège. C'est ce que nous appelons la *théorie centrale* des synalgies (voir aussi

ci-dessus, p. 105). Suit une observation singulière d'association inconsciente et fatale des mouvements des doigts, de l'une à l'autre main. —Enfin nous citerons, sans commentaire, les deux notes suivantes, dont le titre est assez explicite : *Note à propos de la cécité cérébrale des mots (forme d'aphasie)* (Soc. de biologie, 24 janvier 1880; voy. Gazette des hôpitaux, 1880, n° 18, p. 141) ; *Note sur l'existence probable d'une colonne grise vaso-motrice (centre vaso-moteur) dans la moelle cervicale* (Soc. de biologie, 12 mars 1871 ; voy. Progrès médical, 1881, n° 12, p. 218).

Dès l'apparition des travaux de Cohnheim sur la diapédèse, nous avons entrepris des recherches de contrôle sur l'étude expérimentale de l'inflammation. En 1870 (*Recherches expérimentales sur l'inflammation*. En collaboration avec le professeur Straus. Mémoire accompagné de 2 planches. Strasbourg, 1870), nous avons cherché à vérifier les résultats de Cohnheim en nous plaçant dans les mêmes conditions que cet observateur. Nous avons entrepris ces recherches sans idée préconçue, avec le seul désir de voir ce qui se présenterait naturellement, et même, il faut le dire, avec la pensée de voir sans doute comme l'observateur de Berlin. Cependant nous avons été amené à restreindre singulièrement le rôle et l'importance de la diapédèse. Ainsi, pour ce qui est des études expérimentales sur l'inflammation de la cornée, nos recherches nous ont amené aux conclusions suivantes : 1° L'inflammation de la cornée, comme le démontre déjà l'examen macroscopique, ne marche pas de la périphérie au centre. Quelquefois seulement on observe des traînées, qui, la plupart, n'atteignent pas le rebord cornéal; ni leur siège ni leur existence ne sont donc constants. — 2° L'examen microscopique vient démontrer que le travail de prolifération commence au niveau du traumatisme et rayonne de là dans tous les sens ; en un mot, le travail est centrifuge. — 3° Dans les parties en voie de métamorphose, on ne voit jamais, au début, des globules blancs isolés et libres ; ils proviennent toujours d'une prolifération cellulaire. — 4° Le point de départ des métamorphoses est la cellule plasmatique, qui, loin de rester fixe,

s'hypertrophie et donne naissance aux produits globulaires nouveaux. — Reprenant alors les expériences de Cohnheim sur le mésentère de la grenouille (*Recherches expérimentales sur les rapports d'origine entre les globules du pus et les globules blancs du sang dans l'inflammation*, mémoire accompagné de 4 planches. Archives de physiologie normale et pathologique, 1872), nous avons, comme Cohnheim, soigneusement curarisé et préparé nos grenouilles; nous avons pu dans ces conditions conserver pendant six et huit jours un animal en expérimentation, surveillant, heure par heure, les progrès de l'inflammation péritonéale. Dans ces circonstances, on voit bien l'arrêt des globules blancs, on voit bien l'apparition des globules de pus, mais on ne voit pas les premiers éléments sortir des vaisseaux. De plus, les hasards de la circulation collatérale et les embarras vasculaires permettent toujours de rencontrer quelque capillaire où la circulation est interrompue, où le sérum sanguin passe encore sans doute, mais où ne s'engage ni ne s'arrête aucun élément hématique ni rouge ni blanc; or, contre la paroi externe de ces petits vaisseaux, on voit également apparaître des globules de pus; ceux-ci ne peuvent donc provenir de la sortie de globules blancs qui n'ont pu sortir, puisqu'il n'y en avait pas du côté interne de la paroi.

Mais alors d'où proviennent les globules de pus? De fines coupes de mésentères sains ou pris à tous les degrés de l'inflammation nous ont montré pour ces éléments deux origines bien évidentes : 1° dans la partie moyenne de la lame péritonéale une zone de cellules plasmatiques qui prolifèrent activement, surtout près des vaisseaux, parce que là le sérum transsudé leur offre des éléments de nutrition en quantité suffisante (de même que c'est toujours près des vaisseaux que se développent les cellules graisseuses, pigmentaires, etc.); 2° les parois mêmes des vaisseaux et des capillaires en particulier. Les parois de ces petits canaux sont formées, comme l'ont montré les recherches de His, Eberth et Afanasieff, de cellules placées côte à côte et bout à

bout : chez l'adulte, ces cellules fusionnées ne sont plus distinctes; mais sous l'influence de l'inflammation ces parois reviennent, selon la loi générale, à l'état embryonnaire, et leurs cellules, de nouveau distinctement visibles, prolifèrent activement et viennent mêler leurs produits globulaires (globules de pus) aux éléments fournis par la zone plasmatique. — Enfin, dans un troisième travail (*Nouvelles indications sur l'étude de la diapédèse; critique des résultats obtenus par l'injection dans les vaisseaux de matières colorantes*. Montpellier médical, 1872, p. 337), nous avons repris les expériences par injection de couleurs d'aniline; des recherches méthodiquement conduites nous ont prouvé que les injections de bleu d'aniline, précipité par l'eau dans la solution alcoolique, contiennent toujours une quantité notable de bleu dissous : ce bleu dissous se mêle au sérum, où il est pris par des globules blancs qui le concentrent avec une grande intensité; or ce sérum exsude des vaisseaux avec sa matière bleue en solution, matière que les globules du pus concentrent également. Ainsi, les granulations colorées de ces divers éléments proviennent, non des molécules en suspension dans l'injection, mais de la partie dissoute contenue dans ces injections, comme nous avons pu nous en assurer en obtenant les mêmes résultats avec des liqueurs bleues filtrées. L'apparition des globules colorés en dehors des vaisseaux ne prouve pas leur passage à travers les parois de ceux-ci, mais simplement l'exsudation du sérum chargé de faire les frais de la néoformation. Quand les parois des capillaires sont revenues à l'état embryonnaire, leurs cellules redeviennent assez indépendantes pour se laisser désunir sous l'effort de l'impulsion sanguine et donner passage à des éléments figurés du sang; mais dans ce cas, qui se produit vers le huitième jour de l'inflammation (en hiver), on ne voit jamais passer que des *globules rouges*, qui, vu leur élasticité, leurs bords lisses, peuvent s'allonger au point de glisser lentement dans ces petites fentes.

A la suite de ces recherches sur l'inflammation, indiquons deux mé-

moires d'anatomie pathologique : 1° *Du cancroïde de la peau* (étude histologique). En collaboration avec le docteur A. Blum (Archives générales de médecine, août 1883). Ce mémoire, accompagné de 8 figures dans le texte, après un court historique de la question, donne l'observation et l'analyse microscopique (à l'aide de coupes) d'un cancroïde de la peau du dos de la main, analyse qui aboutit aux conclusions suivantes : l'origine de la tumeur épithéliale est uniquement dans les parties interpapillaires du corps de Malpighi; les follicules pileux, glandes sébacées et sudoripares, ne prennent aucune part à la néoformation; elles la subissent, et quelques-unes lui survivent, n'offrant que de légères déformations par compression. On observe une rétrogradation des éléments de la tumeur due à un processus inflammatoire, d'où formation de tissu conjonctif cicatriciel qui étrangle les lobules de la tumeur, les envahit et en amène la résorption. Ces derniers faits expliquent comment des cancroïdes sont susceptibles, dans des conditions rares et exceptionnelles, d'une guérison spontanée dans une étendue plus ou moins considérable. — 2° *Sur un cas de mégaloglossie* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 17 novembre 1881, t. IV de la 3e série, p. 736). Considérations pour expliquer certaines formes de mégaloglossie par une hypertrophie des vaisseaux lymphatiques de la langue, cette hypertrophie lymphatique reconnaissant elle-même pour cause une lésion cardiaque (bien constatée); une lésion qui amène une stase veineuse peut amener aussi un arrêt de la circulation dans les vaisseaux lymphatiques et produire ainsi leur développement exagéré.

Relativement à la signification des éléments de la génération, nous avons (*Étude historique et critique sur les nouvelles théories relatives à l'hermaphrodisme primitif de l'œuf*. Revue des travaux scientifiques, 1885, t. V, p. 4) présenté un examen détaillé des progrès successifs par lesquels les embryologistes, après avoir reconnu l'hermaphrodisme primitif de l'appareil excréteur, ont été amenés à reconnaître l'hermaphrodisme primitif de la glande sexuelle (laquelle possède, au début,

côte à côte, les éléments anatomiques mâles et femelles), et enfin tendent actuellement à considérer les cellules génitales elles-mêmes comme primitivement hermaphrodites. Après une analyse des faits, vient l'étude de la théorie du professeur Sabatier, à savoir que l'origine et la nature de la sexualité des éléments reproducteurs est telle que ces éléments possèdent d'abord deux principes de polarité opposée, l'un centripète, localisé dans le noyau, l'autre centrifuge, localisé dans cette portion de protoplasma aux dépens de laquelle se forment les globules polaires de l'œuf, etc. L'étude critique de cette théorie amène à cette conclusion, qu'elle est, dans son expression actuelle, un peu trop métaphysique, et que jusqu'à présent la conception de la double sexualité primitive des cellules génitales n'a pas de bases morphologiques tout à fait suffisantes.

Dans des recherches entreprises au laboratoire de M. Marey, au Collège de France, et sous la direction de ce maître, nous avons essayé (*Études sur la locomotion. Essais de représentations graphiques et schématiques des allures du cheval*) de reproduire par le phénakisticope la synthése des allures du cheval, dont Marey avait analysé d'une manière si précise les divers éléments par le moyen de la méthode graphique. Le phénakisticope, qui est basé sur le fait physiologique si intéressant dit *persistance des images sur la rétine*, pourrait être employé avec avantage pour réaliser la synthése de divers mouvements physiologiques. Les résultats que cet instrument a donnés pour l'étude de la marche chez l'homme et des allures si compliquées du cheval ont été résumés par le professeur Marey lui-même d'une manière si bienveillante que nous ne saurions présenter ici d'autre analyse que celle donnée par lui, dans son ouvrage *La machine animale* (Paris, 1873, p. 184-186) : « M. Mathias-Duval a entrepris de faire pour la locomotion du cheval une série de tableaux qui, vus au phénakisticope, représentent l'animal en mouvement et aux diverses allures. Cet ingénieux physiologiste a eu l'idée de reproduire sous une

forme animée pour ainsi dire, ce que la notation des allures donne à l'état de rythme. Voici la disposition qu'il a employée. Il a dessiné d'abord une série de figures de cheval, prises aux divers instants d'un pas de l'amble. Seize figures successives permettent de représenter la série des positions que chaque membre prend successivement dans un pas de cette allure. Placée dans l'instrument, la bande de papier qui porte cette série d'images donne à l'œil l'apparence d'un cheval qui marche l'amble. Or nous avons dit que toutes les allures marchées peuvent être considérées comme dérivant de l'amble avec une anticipation plus ou moins grande de l'action des membres postérieurs. Cette anticipation, M. Duval la réalise dans ses tableaux de la manière suivante. Chaque planche sur laquelle est dessinée la série des images du cheval à l'amble est formée de deux feuilles superposées. Celle du dessus est fenêtrée de façon que chacun des chevaux est dessiné à moitié sur cette feuille et à moitié sur celle qui est placée au-dessous. L'arrière-main, par exemple, étant dessiné sur la feuille du dessus, l'avant-main est dessiné sur la feuille du dessous et est visible par la fenêtre taillée dans la feuille supérieure. Supposons qu'on fasse glisser la feuille supérieure de l'intervalle qui sépare deux figures de cheval, on aura une série d'images dans lesquelles l'avant-main sera en retard d'un temps sur l'arriére-main. On reproduira ainsi, sous forme de figures, ce qu'on obtient sous forme de notation en faisant glisser d'un degré les deux réglettes inférieures de la régle à notation. Et comme ce glissement d'un degré, pour chacun des mouvements de l'arrière-main, donne la notation de l'amble rompu, on obtiendra, dans les figures dessinées, la série des positions successives d'un pas de l'amble rompu. Si le glissement est d'un plus grand nombre de degrés, on aura la série des attitudes du cheval dans la marche au pas. Un glissement plus grand encore donnera la série des attitudes dans le trot.

« Dans tous les cas, les figures placées dans l'instrument donnent

l'illusion complète et font voir le cheval qui va l'amble, le pas ou le trot, suivant le cas. Enfin, si l'on gradue la vitesse de rotation de l'instrument, on rend plus ou moins rapides les mouvements que l'animal paraît exécuter; cela permet à l'observateur de s'exercer, de s'apprendre à suivre la série des positions des membres à chaque allure, et le rend bientôt capable de suivre, sur l'animal vivant, la série des mouvements qui paraissent au premier abord d'une confusion absolue. »

Sur les œufs pourris comme aliment en Chine (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 16 avril 1885, p. 299). — *A propos des œufs couvés ou fermentés chez les Chinois* (Soc. d'anthropologie, 19 mai 1890 ; Progrès médical, 24 mai 1890, n° 21, p. 421). — Dans ces deux notes nous donnons le résultat d'enquêtes que nous avons faites auprès des voyageurs venus de l'Extrême-Orient, relativement à des faits qui ne sont pas sans intérêt pour l'embryologiste aussi bien que pour l'anthropologiste. Les Chinois mangent des œufs pourris et des œufs couvés. Ce que nous appelons œufs pourris sont des œufs ayant subi une fermentation spéciale (la note en question donne les détails du procédé de fabrication) et qui acquièrent ainsi un aspect et une odeur qui peuvent rappeler ceux de nos fromages; des œufs ainsi préparés et à point ont été présentés à la Société. Quant aux œufs couvés, ce sont, ainsi que l'indique ce nom, des œufs qu'on porte dans des établissements spéciaux d'incubation, en demandant qu'ils soient couvés pendant tant de jours, selon les goûts de l'amateur. Suit une série de considérations exposant que ce mode d'alimentation, en dehors de la question de goût, est très rationnelle, car, par exemple, dans l'œuf, au huitième jour de l'incubation, la masse de l'albumine et du jaune a subi un commencement de digestion, c'est-à-dire qu'en ingérant un œuf semblable on ingère des peptones (l'albumine n'est plus coagulable par la chaleur); aussi insistons-

nous, dans cette note, sur ce qu'il pourrait y avoir d'intéressant, au point de vue pratique, à rechercher si l'alimentation par des œufs couvés ne pourrait pas rendre service aux convalescents, aux dyspeptiques.

DEUXIÈME PARTIE

Enseignement, Livres didactiques, Articles et Notes de vulgarisation et de critique, Collaborations diverses.

Enseignement.

Cours libre, professé à l'École de médecine de Paris dans le semestre d'hiver 1873 : *Sur la morphologie et la physiologie générales de la cellule;* étude générale des cellules nerveuses, des globules du sang, des épithéliums, de l'ovule et des spermatozoïdes. Leçons publiées dans le *Mouvement médical*, année 1873.

Cours de physiologie (comme suppléant du professeur Béclard), professé à la Faculté de médecine pendant le semestre d'été de 1876 (Physiologie générale du système nerveux; génération; circulation). Ce cours a été publié dans la *Tribune médicale*, 1876-1877.

Cours d'anatomie générale (comme suppléant du professeur Ch. Robin), professé à la Faculté de médecine pendant l'année scolaire 1878-1879.

Cours auxiliaire de physiologie, professé à la Faculté de médecine pendant toute l'année scolaire 1879-1880.

Cours d'anatomie appliquée aux beaux-arts. Leçons d'anatomie des formes, professées, à raison de quarante leçons chaque année, depuis 1873.

Une analyse détaillée de la manière dont a été conçu et conduit cet enseignement ne serait pas ici à sa place ; il suffira d'indiquer que l'étude de l'anatomie des formes a été exposée bien plutôt par la synthèse de ces formes que par leur analyse ; au lieu de partir, comme le faisait Gerdy, du modelé extérieur d'une région pour énumérer et expliquer les dispositions des diverses couches de muscles et des parties osseuses qui déterminent ce modelé, le professeur s'est au contraire appliqué à partir des régions profondes, c'est-à-dire du squelette d'abord et des muscles ensuite, pour arriver à constituer la forme que l'artiste constate sur le modèle. L'étude du squelette amène en même temps à étudier : la direction des axes des membres ; les saillies articulaires ; les attitudes, les mouvements possibles et impossibles, et enfin les proportions, puisque c'est sur les os, présentant seuls des points de repère fixes, que les proportions du corps peuvent être déterminées, en prenant autant que possible un des os comme commune mesure. D'autre part, l'étude des muscles amène à se rendre compte des formes principales et des changements caractéristiques qu'elles présentent, selon l'entrée en action de tel ou tel groupe musculaire, pour l'accomplissement d'un mouvement donné. — Une partie importante de cet enseignement, et qui ne saurait ici être passée sous silence, est relative à la physiologie de la face, au rôle des muscles peauciers dans le mécanisme de l'expression des passions (ci-dessus, p. 158). Les belles recherches expérimentales de Duchenne (de Boulogne) à ce sujet sont connues de tous, et la série de photographies, dans lesquelles il a reproduit l'expression donnée à la physionomie par la contraction de chaque muscle, sont et seront longtemps ce qu'on pourra posséder de plus complet à ce sujet. Ayant eu la bonne fortune

d'intéresser Duchenne à notre enseignement, nous avons reçu de lui les indications les plus précises sur le mécanisme de la physionomie et la communication de ses nombreuses observations inédites. Il faut bien le dire, quelque accueil flatteur qu'eussent reçu les recherches de Duchenne de la part de maîtres éminents, les résultats obtenus par lui étaient restés presque complètement lettre morte et n'avaient encore fait la base d'aucun enseignement, d'aucun cours de vulgarisation. C'est surtout lorsque ces résultats nous sont revenus d'Angleterre, analysés et repris à un autre point de vue par Darwin, qu'on a bien compris en France toute la portée et la précision de ces études. Mais déjà à ce moment les travaux de Duchenne sur le *mécanisme de la physionomie* faisaient l'objet spécial d'une partie de notre cours à l'École des beaux-arts. C'est donc avec un sentiment de légitime fierté que nous dirons ici que Duchenne, si heureux de voir vulgariser ses recherches, nous a légué toutes ses collections relatives à l'étude de la physionomie : cette collection unique de photographies d'expression grandeur naturelle, représentant toutes les expériences du maître, photographies dont chacun connaît un certain nombre de spécimens publiés sous forme réduite dans le volume intitulé *Mécanisme de la physionomie*, cette collection forme aujourd'hui une des parties les plus précieuses de notre Musée d'anatomie de l'École des beaux-arts (galerie Huguier).

Leçons d'anthropologie zoologique professées à l'*Association pour l'étude des sciences anthropologiques* (dite : École d'anthropologie).

C'est à la fin de l'année 1880 que nous échut le périlleux honneur de succéder à Broca dans cet enseignement. L'anthropologie zoologique ayant pour objet l'étude des rapports anatomiques entre l'homme et les animaux, nous avons plus particulièrement consacré nos leçons à l'étude de l'*embryologie comparée*, qui nous a paru particulièrement

propre à fournir les points de vue les plus étendus et les plus nouveaux sur ces questions d'anatomie philosophique; mais, cet enseignement laissant une grande latitude dans le choix des sujets, nous avons également traité de diverses autres questions pour lesquelles notre Laboratoire (École pratique des hautes études) et notre Musée nous offraient des matériaux précieux.

C'est ainsi que, la première année (1880-81), aprés une série de leçons d'ouverture sur les rapports généraux entre l'embryologie et l'anthropologie, nous avons spécialement étudié le développement du systéme nerveux central. — La seconde année (1881-82), nous avons d'abord exposé la théorie des colonies animales, et, l'appliquant aux vertébrés en général et à l'homme en particulier, nous avons étudié comment ces animaux représentent des colonies linéaires formées de segments vertébraux. Ceci nous a amené à faire l'étude des segments vertébraux qui composent la tête et le cou (théorie des vertèbres crâniennes), l'étude des arcs branchiaux, le développement de la face et du cou. Aprés l'étude purement anatomique du développement de la tête et de la face, il nous a paru intéressant d'aborder la physiologie de la face au point de vue de l'expression des passions, d'aprés Duchenne et Darwin. — Les deux années suivantes (1882-83 et 1883-84) ont été consacrées à l'examen de la théorie transformiste et particuliérement de la doctrine de Darwin; à la fin de l'année scolaire 1883-84 est venue une série de leçons sur l'anatomie comparée des circonvolutions cérébrales chez les primates et chez l'homme. — En 1884-85, le cours a eu pour objet principal l'étude des premiers phénomènes du développement : origines des produits sexuels, phénoménes intimes de la fécondation, lois de l'hérédité, segmentation de l'ovule, formation du blastoderme. — Enfin, de 1885 à 1890, ce cours a été consacré à l'*embryologie*, avec le développement de l'homme comme objet principal (*anthropogénie*), et à la *tératologie*.

Ajoutons que, dans le laboratoire d'anthropologie (École des hautes

études), dont la direction nous était alors confiée, nous nous sommes uniquement occupé de recherches sur l'embryologie en général, et sur l'anatomie microscopique du systéme nerveux, c'est-à-dire d'études pratiques correspondant exactement à l'enseignement théorique ci-dessus résumé.

Cours d'histologie, professé à la Faculté de médecine, depuis janvier 1886.

Ouvrages didactiques.

Nous donnerons ici quelques indications sur divers ouvrages qui n'ont pu être mentionnés dans les divisions précédentes, où il n'a été question que des travaux personnels et publications originales; il s'agit au contraire ici d'ouvrages didactiques, de livres classiques et de vulgarisation.

— *Cours de physiologie*. 1[re] édition, 1872; 7[e] édition, 1892. — Deux mots seulement sur ce manuel : la faveur dont il a joui auprès de tous ceux qui commencent l'étude de la physiologie semble indiquer que l'auteur a pu y réaliser le but qu'il s'était proposé, c'est-à-dire présenter à l'étudiant comme au médecin un exposé clair et précis de l'état actuel de la physiologie. La 1[re] édition ayant paru en 1872, ce volume a eu la faveur de sept éditions en vingt années; il a eu également quatre traductions en langues étrangéres : Traduction anglaise : *A course of lectures on physiologie*, translated by Robert Amory. Boston, 1875. — Traduction espagnole : *Curso de fisiologia*, traducido por D. J. Mitjavila y Ribas. Madrid, 1876. — Nouvelle traduction espagnole, d'aprés la 5[e] édition française : *Curso de fisiologia*, etc., par Antonio Espina y Capo. Madrid, 1884. — Traduction en

grec (voy. *Revue scientifique*, 19 janvier 1884, n° 3, p. 79, et le n° 106 de la quatrième partie). — Traduction en russe, Saint-Pétersbourg, 1893).

— *Précis de technique microscopique et histologique ou introduction pratique à l'anatomie générale.* 1 vol. de 315 pages avec figures dans le texte. Paris, 1878. — 2ᵉ édition, 1892.

— *Manuel du microscope dans ses applications au diagnostic et à la clinique.* En collaboration avec le docteur Léon Lereboullet. 1 vol. de 364 pages avec figures dans le texte. 1ʳᵉ édition, Paris, 1873; 2ᵉ édition, 1877.

— *Anatomie des centres nerveux*, par le professeur G. Huguenin (de Zurich); traduit par le docteur Ch. Keller et annoté par le docteur Mathias-Duval. Paris, 1879. — Il n'est pas sans intérêt de signaler le caractère des notes et additions que nous avons faites à cet ouvrage, aujourd'hui épuisé : en discuter les parties théoriques et trop hypothétiques; en préciser les résultats certains et les compléter par l'exposé des recherches de contrôle; fixer toutes ces notions par des figures qui, schématiques seulement par leur simplicité, n'en reproduisent pas moins la forme et les rapports réels des parties, tel a été l'objet de tous nos efforts. — Nous croyons devoir signaler spécialement encore les soins que nous avons donnés aux questions de *nomenclature*, nous attachant à établir la correspondance des termes allemands ou latins avec les termes usuels de nos traités classiques. La nécessité d'apporter une grande précision dans ces questions de nomenclature avait été appréciée de tous côtés, et divers mémoires avaient été publiés sur ce sujet. Mais il ne nous semble pas qu'on ait assez satisfait au besoin de fournir les repères indispensables au lecteur, qui, encore peu familier avec les termes allemands ou les nombreux termes latins employés à l'étranger, se trouve singulièrement désorienté lorsque, dans la plupart

des articles de vulgarisation et d'analyse, à la difficulté de comprendre les détails descriptifs, vient se joindre celle causée par la rencontre de mots nouveaux et d'une apparence bizarre (la *calotte* du pédoncule, le *pied* du pédoncule, l'*avant-mur*, le *noyau amygdalien*, l'*alveus*, le *subiculum*, etc.); bien plus grand encore est l'embarras de celui qui, possédant des langues étrangères ce que nous donne l'éducation classique, se trouve, dans la lecture d'un mémoire allemand, arrêté par des termes dont il ne trouve nulle part la clef. C'est pourquoi nous avons réuni, en un index placé à la fin de ce volume, la série des termes latins ou allemands dont la connaissance nous a paru particulièrement nécessaire, en même temps que leur compréhension est presque impossible par l'emploi des dictionnaires usuels ou même de la plupart des dictionnaires des sciences médicales.

— *Manuel de l'anatomiste. Anatomie descriptive et dissection.* En collaboration avec le professeur C. Morel, de Nancy. 1 vol. de 1159 pages avec 469 figures. Paris, 1882. — Ce précis de l'anatomie est essentiellement un livre technique, un guide dans les *travaux de dissection*. Il donne d'abord la technique générale pour la conservation des sujets de dissection, pour la préparation et la conservation des pièces, pour les injections, les macérations (corrosion), etc.; puis, à propos de chaque organe, de chaque muscle, de chaque vaisseau, etc., il donne les détails spéciaux de leur préparation. Nous attirerons particulièrement l'attentiou sur la manière dont sont données les indications pour la préparation des nerfs, et en particulier des nerfs crâniens, des figures schématiques représentant les sections osseuses qu'il faut pratiquer pour faire, dans des conditions convenables, ces préparations qui sont l'écueil de l'anatomiste, mais aussi son triomphe quand elles sont réussies et se présentent bien. Après l'anatomie descriptive de chaque organe sont données quelques succinctes indications sur sa constitution histologique, et, pour les centres nerveux en particulier, des

séries de figures schématiques originales résument l'anatomie microscopique de ces parties et invoquent les faits embryologiques pour aider à l'intelligence de certaines dispositions qui, jusqu'à présent, n'avaient pas reçu une interprétation suffisante dans la plupart des traités classiques (les figures 45 et 46, p. 116, de la présente notice, sont empruntées à cet ouvrage).

— *Précis d'anatomie à l'usage des artistes.* 1 vol. de 300 pages avec 76 figures dans le texte. Paris, A. Quantin. 1re édition, 1882; 2e édition, 1883; 3e édition, 1885. — Ce volume est un résumé du cours que, depuis tantôt vingt-deux ans, l'auteur professe à l'École des beaux-arts. Il est destiné aux artistes qui, ayant déjà commencé leurs études spéciales, reproduisent les formes soit d'après l'antique, soit d'après les modèles vivants; qui, en un mot, ont déjà ce qu'on peut appeler la *notion empirique* des formes, des attitudes, des mouvements. Il est destiné à leur fournir la *notion scientifique* de ces mouvements, de ces formes, de ces attitudes. Aussi, c'est bien moins la description du modelé de telle ou telle région, que l'explication anatomique de ce modelé, de ses modifications à l'état de repos et de mouvement que l'auteur a en vue (voir p. 172).

— *Leçons sur la physiologie du système nerveux* (sensibilité). 1 vol. in-8°, Paris, 1883. — Ces leçons sont consacrées à l'étude du toucher et à chacune des formes que peuvent revêtir les sensations de cette catégorie, à savoir : sensibilité à la chaleur, sensibilité au contact, sensibilité au froid. Certaines sensations spéciales, sensibilité à la douleur, au chatouillement, sens de l'électrition, sens génital, sont ensuite passés en revue. Ces études se terminent par l'examen du sens musculaire et des réflexes tendineux.

— *Dictionnaire usuel des sciences médicales*, par A. Dechambre,

Mathias-Duval et L. Lereboullet. Paris, 1885. 1 vol. de 1740 pages, avec 400 figures dans le texte, 1884. 2e édition, 1892.

— *Le darwinisme, leçons professées à l'École d'anthropologie.* 1 vol. de LX-576 pages, avec figures dans le texte. Paris, 1886. — C'est un exposé didactique dont il nous suffira d'indiquer les divisions et les titres de chapitres. *Première partie:* Exposé général du transformisme (la notion de race et d'espèce; la classification des êtres; l'espèce humaine; la place de l'homme dans la nature). — *Deuxième partie:* Les précurseurs de Darwin (les philosophes transformistes; Lamarck et Étienne Geoffroy Saint-Hilaire; Cuvier et son influence; Gœthe, Duchesne et Naudin). — *Troisième partie:* Darwin et ses travaux (conditions qui ont préparé le succès de Darwin; Darwin, sa vie, ses premières et ses dernières publications). — *Quatrième partie:* Exposé du darwinisme (les variations; l'hérédité et ses lois; faits et hypothèses; la sélection artificielle et la sélection naturelle; origine des espèces). — *Cinquième partie:* Objections et preuves (accueil fait au darwinisme; la paléontologie; la distribution géographique des êtres; la ségrégation; le mimétisme; la persistance des types inférieurs; l'évolution des espèces comparée à l'évolution des langues).

— *Nouveau dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, publié sous la direction du professeur Jaccoud. — Articles *Génération.* — *Goût.* — *Greffe épidermique.* — *Histologie.* — *Hypnotisme.* — *Mastication.* — *Microscope.* — *Muscles.* — *Nerveux (Système).* — *Nutrition.* — *Ouïe.* — *Ovaire.* — *Pouls.* — *Poumon.* — *Respiration.* — *Rétine.* — *Sécrétions.* — *Sommeil.* — *Sperme.* — *Vaso-moteurs.*

Articles et Notes de vulgarisation et de critique. Collaborations diverses.

— *De l'embryologie dans ses rapports avec l'anthropologie* (Revue d'anthropologie, numéro de janvier 1881). — Étude sur la théorie de la préexistence et de l'inclusion des germes; les travaux de G.-F. Wolff; la question de l'os intermédiaire du carpe.

— *Exposé général de la théorie transformiste* (Revue d'anthropologie, 19 avril 1883, p. 211). — Étude historique et critique sur les notions de race et d'espèce, les classifications, la place de l'homme en zoologie anatomique; sur la classe des archencéphales d'Owen, le règne humain et l'ordre des primates.

— *Les précurseurs de Darwin* (Revue d'anthropologie, 15 juillet 1883, p. 406). — Étude historique et critique sur Bacon, Linné, Buffon, de Maillet, Lamarck, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, Cuvier, Gœthe, Duchesne, Naudin, W. C. Wells, Herbert Spencer et Huxley.

— *Des variations et de l'hérédité* (Revue d'anthropologie, 15 juillet 1883, p. 577). — Étude sur les variations individuelles et leurs origines: hérédité des variations; lois de l'hérédité; théorie des caractères latents; faits explicatifs empruntés aux récentes découvertes sur les phénomènes intimes de la fécondation.

— *Les couleurs protectrices et le mimétisme* (Le Progrès français, 9 et 16 mars 1883). Travail accompagné de figures dans le texte. — Étude de morphologie zoologique sur les variations de couleur chez les animaux, sur les couleurs protectrices, les déguisements ou mimétisme proprement dit.

— *La question de la persistance des types inférieurs* (Journal de micrographie, numéro de janvier 1884). — Étude critique sur ce qu'on doit appeler, en morphologie générale, la progression des organismes et les caractères de perfectionnement; sur les effets du parasitisme et de la perte des facultés locomotrices (fixation); sur les lois d'équilibre dans les rapports réciproques des êtres.

— *Les sélections* (Revue d'anthropologie, 15 janvier 1884). — La sélection artificielle étudiée comme puissance modificatrice et créatrice; la sélection sexuelle; la sélection naturelle et ses effets pour la divergence des types, la corrélation des organes, les corrélations de croissance, etc.

— *L'embryologie, son histoire, son importance dans l'étude de l'homme* (L'Homme, journal des sciences anthropologiques, 10 mars 1884, n° 5, p. 130). — Considérations sur les progrès de l'embryologie depuis G.-Fr. Wolff et sur les éléments qu'elle est actuellement appelée à apporter dans la solution des questions relatives à la classification des êtres, aux homologies anatomiques et à l'anthropologie anatomique en général.

— *Parallèle de la sélection artificielle et de la sélection naturelle* (Revue d'anthropologie, 15 octobre 1884, p. 577). — Étude historique et critique sur les théories de Wallace et de Darwin, sur les conditions complexes des rapports des êtres, la fécondation des plantes par l'intermédiaire des insectes, etc.

— *De l'hybridité* (Revue scientifique, 26 janvier et 2 février 1884).— Étude historique et critique sur les questions relatives à la possibilité des croisements, à leur fécondité directe et à la fécondité de leurs produits. En invoquant les connaissances récemment acquises sur les

actes intimes de la fécondation, nous montrons comment on est amené à comprendre que la stérilité de certains croisements a pour cause principale des disconvenances entre les éléments microscopiques de la génération (impossibilité pour le spermatozoïde de pénétrer l'ovule, défaut de concordance entre le micropyle de l'ovule et la tête du spermatozoïde); et, en effet, on constate que parfois ces disconvenances sont telles que, par exemple, l'ovule d'une espèce peut recevoir le spermatozoïde d'une seconde, tandis que l'ovule de cette seconde ne peut recevoir le spermatozoïde de la première. (Le croisement est fécond dans un sens et stérile dans l'autre; hybridité dite unilatérale.)

— *Darwin et ses travaux* (Le Darwin, Naples, 1884). — Le professeur Enrico Stassano, de Naples, a publié, à l'occasion de la mort de Darwin, un fascicule consacré à ce naturaliste, et a demandé à cet effet le concours des savants de chaque pays. En rédigeant l'article consacré à exposer la vie et les travaux de Darwin, l'auteur a eu l'honneur de voir cet article figurer à côté de ceux écrits par Marey, Moleschott, C. Vogt, G. Govi, Carlo Émery, etc.

— *Évolution des espèces, évolution des mots; parallèle des deux évolutions* (L'Homme, journal des sciences anthropologiques, 25 octobre 1884, n° 20, p. 610). — Étude historique et critique sur l'utilité de comparer l'évolution des langues et des mots à l'évolution des espèces et des organismes; criterium de l'espèce et criterium de la langue distinguée du patois, du dialecte, etc. Linguistique et philologie; étude de documents montrant toutes les phases des transformations des mots d'une langue; lettres rudimentaires et organes rudimentaires; perfectionnement par division du travail; type de dégénérescence d'une langue, etc.

— *Les objections et preuves au transformisme* (Revue d'anthropo-

logie, numéro d'avril 1885, p. 193). — Étude historique et critique sur la théorie de la *ségrégation* de Moritz Wagner et sur l'hypothèse de l'origine cosmique de la vie.

— *L'anatomie générale et son histoire* (Revue scientifique, 16 janvier 1886). — Leçon d'inauguration du cours d'histologie à la Faculté de médecine; résumé des progrès de l'histologie depuis Schwann; indication de ce que l'anatomie générale doit attendre de l'embryologie et de l'histogénèse.

— *Le transformiste français Lamarck* (Revue scientifique, 5 octobre 1889, nº 14; Soc. d'anthropologie, 20 juin 1889). — Étude sur Lamarck considéré comme initiateur, avant Darwin, à la doctrine du transformisme.

— *Un biologiste du quinzième siècle : Léonard de Vinci*, avec figures (Revue scientifique, 7 décembre 1889, nº 23, p. 713). — Étude sur les nombreux manuscrits et dessins laissés par Léonard de Vinci sur l'anatomie de l'homme et les animaux, sur les proportions, sur la physiologie, sur la mécanique animale (vol des oiseaux) et même sur la paléontologie. D'autre part, les notes et dessins de Léonard sur la physiologie de la génération ont été insérés, sur nos indications, dans l'intéressante thèse de M. Peillon (*Étude historique sur les organes génitaux de la femme, la fécondation et l'embryogénie, depuis les temps les plus reculés jusqu'à la Renaissance*; 1891).

— *André Vésale* (Revue mensuelle de l'École d'anthropologie, 15 février 1892). — Étude sur André Vésale, qui mourut victime des préjugés de son époque et mérite le titre de *martyr de la science anatomique*. Condamné à mort par le tribunal de l'inquisition, André Vésale vit, grâce à l'intervention de Philippe II, cette peine commuée

en un pèlerinage à Jérusalem ; il périt dans un naufrage en accomplissant ce voyage expiatoire.

— Comme collaborateur, pour l'anatomie et la physiologie, à la *Revue des sciences médicales* du professeur G. Hayem, nous avons, depuis 1873, donné dans ce recueil l'analyse de la plupart des travaux originaux français sur l'anatomie et la physiologie.

— Diverses analyses et exposés critiques dans *L'Homme*, journal des sciences anthropologiques, notamment : sur les anomalies de la première côte (1884, p. 126) ; — sur le poids de l'encéphale (1884, p. 154) ; — sur l'organe placentoïde de l'embryon des oiseaux (1884, p. 249) ; — sur les anomalies musculaires (1884, p. 376).

— Présentations diverses et discussions à la Société d'anthropologie : A propos de la morphologie du carpe (*Bulletin*, 3e série, t. VII, p. 603). — A propos de la publication du professeur H. Stassano, de Naples (*Ibid.*, p. 664). — Sur les procédés techniques du professeur Leboucq (*Ibid.*, p. 707). — A propos de la station bipède de l'homme et de son appareil olfactif (*Ibid.*, p. 809). — Sur l'utilité des autopsies (13 mars 1883, t. VI, p. 187). — Sur le mot *évolution* et l'abus qui en est fait (19 janvier 1882, t. V, p. 62). — Sur le vertige myringitique (*Ibid.*, 1882, p. 124). — Sur les conférences de la Société d'anthropologie (*Ibid.*, 1882, p. 414 et 416).

— Notes et dessins insérés dans le mémoire de MM. Straus et Sanchez Toledo (*Recherches microbiologiques sur l'utérus après la parturition physiologique.* Annales de l'Institut Pasteur. 1888).

— Enfin il est deux collaborations que nous devons citer en terminant et auxquelles nous voudrions donner ici une place à part, tant elles ont le caractère de chers et glorieux souvenirs.

Il s'agit d'abord de la confiance dont nous honora notre illustre maître Claude Bernard; pendant cinq années nous avons fréquenté son laboratoire, recueillant ses expériences, publiant ses leçons dans la *Revue des cours scientifiques*. Claude Bernard nous avait confié la rédaction d'un certain nombre de ses leçons destinées à paraître en volume. C'est ainsi que nous avons publié en 1873 le volume des *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie*, en 1876 celui des *Leçons sur la chaleur animale*, en 1877 celui des *Leçons sur le diabète et la glycogène animale*, enfin en 1879 les *Leçons de physiologie opératoire*. Ce dernier volume était commencé depuis plusieurs années lorsque Claude Bernard fut enlevé à la science. Nous avons été assez heureux pour pouvoir relier les notes que nous avions réunies à cet effet et en former un volume dont nous terminons les pages d'introduction par ces mots (Préface, p. 10) : « Sans ajouter à la gloire de Claude Bernard, ce volume contribuera à propager les principes de critique et de discipline expérimentale dont depuis longtemps il se préoccupait dans son enseignement; aussi le sentiment d'avoir contribué à la vulgarisation des idées de l'illustre physiologiste sera-t-il toujours le plus glorieux et le plus cher souvenir de son élève. »

Il s'agit ensuite des études faites en commun, avec le professeur Sappey, sur notre collection de préparations sur l'anatomie microscopique de la moelle, du bulbe et du mésocéphale. Ces préparations ont servi à notre regretté maître pour les nombreux et nouveaux détails qu'il a donnés, dans la dernière édition de son *Anatomie*, relativement à la morphologie des parties de la base de l'encéphale. Ces préparations ont été représentées par de nombreuses figures ajoutées à ce sujet dans cette nouvelle édition. « Toutes ces coupes (de la protubérance), et celles que nous utiliserons plus loin pour l'étude de la structure du bulbe rachidien, ont été faites par M. Mathias-Duval, qui a bien voulu les mettre à ma disposition. Nous les avons observées pendant plusieurs mois consécutifs, tantôt ensemble et tantôt séparé-

ment, en nous communiquant nos impressions et en contrôlant l'un par l'autre le résultat de nos recherches. Les faits que je vais exposer nous sont donc communs. » (Sappey, *Anatomie*, 3e édit., t. III, p. 135.)

TROISIÈME PARTIE

Liste des principaux travaux exécutés sous la direction de M. Mathias-Duval.

Cette liste comprend une série de recherches dont j'ai donné l'idée à mes élèves et dont j'ai suivi l'exécution dans les divers laboratoires que j'ai successivement dirigés : 1° Le *laboratoire d'anthropologie* (dit *laboratoire Broca*), à l'École des hautes études (1880-1890) ; 2° le *laboratoire d'histologie* de la Faculté de médecine (depuis 1886). Toutes ces recherches portent sur l'*anatomie*, l'*embryologie*, la *tératologie*, l'*anatomie microscopique* et l'*histologie*, branches de la biologie dans lesquelles j'ai guidé les nombreux élèves de ces laboratoires, car je ne citerai pas ici les travaux d'anthropologie pure (anthropométrie, craniométrie, cubages, etc.) qui se poursuivaient dans le laboratoire Broca sous ma direction, mais sans que je prisse une part active à leur exécution. Au contraire les recherches ici mentionnées ont été faites sous mon inspiration et ma direction. On y retrouvera souvent les mêmes noms de collaborateurs fidèles, dont plusieurs sont déjà devenus des maîtres distingués 3° Enfin, à l'École des beaux-arts, nous avons pu installer un *laboratoire d'anatomie* qui a rendu de sérieux services aux artistes, et dans lequel M. Cuyer, prosecteur du Cours d'anatomie, a poursuivi avec moi diverses recherches intéressantes sur l'anatomie

de l'homme et des animaux, recherches dont on trouvera ici l'indication. Nous citerons dans l'ordre chronologique, mais en les groupant aussi d'aprés la nature des sujets, les travaux sortis de ces trois laboratoires.

— G. Graux, *De la paralysie du nerf moteur oculaire externe, avec déviation des yeux*. Thése, Paris, 1878.

— Susini, *Études sur l'épithélium vésical* (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1868).

— Ed. Cuyer, *Les allures du cheval, démontrées à l'aide d'une planche articulée et de* 13 *figures*. Introduction par M. Mathias-Duval. Ce travail a été l'objet d'une communication de M. Marey à l'Académie des sciences, 26 juin 1882.

— G. Hervé, *Anomalies de la première côte* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1883, VI, p. 194).

— G. Hervé, *De l'existence d'un appendice cæcal rudimentaire chez quelques pithéciens* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1882, p. 792).

— G. Hervé, *Anomalie du muscle biceps brachial* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1883, VI, p. 40); — *Note sur le squelette cartilagineux primitif de la face* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 15 février 1884, p. 62).

— Réal y Beiro, *Sur le développement de l'œil et particulièrement de ses éléments mésodermiques*, avec deux planches. Thèse, 1885.

— Gourdan-Fromentel, *Des sympathies douloureuses ou synalgies*. 1883.

— G. Hervé, *Sur un cas d'hémimélie* (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Paris, 1886, IX, p. 752); — *Sur un squelette à onze vertèbres thoraciques* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1886, p. 634).

— Chudzinski et Manouvrier, *Étude sur le cerveau de Bertillon* (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Paris, 1887, X, p. 558).

— G. Assaky, *Origine des feuillets blastodermiques chez les vertébrés*, avec figures dans le texte. Thèse d'agrég., Paris, 1886.

— Ed. Cuyer, *Allongement anormal du cubitus et présence d'un muscle rond pronateur chez un cheval;* avec 3 figures (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 17 novembre 1887); — *De quelques proportions du corps humain au point de vue anthropologique* (Journal Le Blanc et Noir, 1887).

— G. Mahoudeau, *Sur les coupes de circonvolutions cérébrales* (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Paris, 5 mai 1887, X, p. 771).

— Ed. Retterer, *Sur le lieu et le mode de formation du pigment cutané chez les mammifères* (Soc. de biologie, 1887, p. 150).

— Ed. Cuyer, *Sur un os surnuméraire du corps humain* (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Paris, 5 mai 1887, X, p. 303).

— Ed. Retterer, *Notes sur la technique relative à l'extraction des œufs de lapine* (Soc. de biologie, 1889, p. 92 et 99).

— A. Issaurat, *Sur le sinus uro-génital, son développement, ses anomalies.* Thèse de doctorat, 1888.

— G. Mahoudeau, *Sur les groupements des grandes cellules pyramidales dans la région motrice corticale du cerveau* (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Paris, 1888, 3e série, XI, p. 380).

— Ed. Cuyer, *Formes d'une région du poignet dans la supination et la pronation* (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Paris, 7 juin 1888, XI, p. 421).

— G. Hervé, *La circonvolution de Broca chez les primates* (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Paris, 1888, 3e série, XI, p. 275); — *La circonvolution de Broca, étude de morphologie cérébrale.* 1 vol. avec 4 planches en couleurs et 10 figures dans le texte. Paris, 1888. (Thèse couronnée par la Faculté de médecine).

— Ed. Retterer, *Sur la structure de l'iris chez les mammifères* (Comptes rendus de la Soc. de biologie, 1888, V, p. 319).

— G. Mahoudeau, *Procédé pour coller les coupes histologiques faites*

à la paraffine (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Paris, 1888, XI, p. 591).

— Ed. Retterer. Une série d'études sur l'anatomie et le développement des amygdales et des plaques de Peyer :

A. Amygdales. — 1° *Sur le développement des tonsilles chez les mammifères* (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 14 décembre 1885); — 2° *Disposition et connexions du réseau lymphatique dans les amygdales* (Soc. de biologie, 23 janvier 1886); — 3° *Évolution et constitution des amygdales chez l'homme* (Soc. de biologie, 27 novembre 1886); — 4° *Type commun des amygdales chez les mammifères* (Soc. de biologie, 4 décembre 1886); — 5° *Évolution du système sanguin dans les amygdales* (Soc. de biologie, 11 décembre 1886); — 6° *De l'évolution des éléments basilaires dans les épithéliums pavimenteux stratifiés* (Soc. de biologie, 18 décembre 1886); — 7° *Origine et évolution des amygdales chez les mammifères;* deux mémoires accompagnés de 4 planches doubles (Journal de l'anatomie et de la physiologie, janvier-février 1888 et juillet-août 1888).

B. Plaques de Peyer : — 1° *Origine et développement des plaques de Peyer chez le lapin et le cobaye* (Soc. de biologie, 26 décembre 1891); — 2° *Du tissu angiothélial des amygdales et des plaques de Peyer* (Mémoires de la Soc. de biologie, 9 janvier 1892); — 3° *Origine et développement des plaques de Peyer chez les ruminants et les solipèdes* (Soc. de biologie, 26 mars 1892); — 4° *Sur la part que prend l'épithélium à la formation de la bourse de Fabricius, des amygdales et des plaques de Peyer* (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1893); — 5° *Des glandes closes dérivées de l'épithélium digestif* (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1893, p. 534); — 6° *Sur l'origine des follicules clos du tube digestif*, mémoire accompagné de 4 figures, paru dans l'Anatomischer Anzeiger, 1895, p. 30 (Congrès de la Soc. anatomique de Bâle).

— Ed. Retterer, *Série de recherches sur la structure et le développement de l'appareil génital et des organes érectiles*, savoir : 1° *Effets de*

la castration sur l'évolution des tissus péniens chez le chat (Soc. de biologie, 2 avril 1887) ; — 2° *Sur le développement du tissu érectile dans les organes copulateurs chez les mammifères* (Soc. de biologie, 25 juin 1887) : — 3° *Sur l'origine et l'évolution variable de la charpente qui existe dans le gland des mammifères* (Soc. de biologie, 2 juillet 1887) ; — 4° *Note sur le développement du pénis et du squelette du gland chez certains rongeurs* (Soc. de biologie, 23 juillet 1887) ; — 5° *Texture du tissu érectile dans les organes d'accouplement chez les mammifères* (Soc. de biologie, 26 novembre 1887) ; — 6° *Note sur la valeur morphologique du gland des mammifères* (Mémoires de la Soc. de biologie, 1890, p. 107) ; — 7° *Sur le cloisonnement du cloaque et sur la formation du périnée* (Soc. de biologie, 4 janvier 1890) ; — 8° *Du développement de la région anale des mammifères* (Soc. de biologie, 1er février 1890) ; — 9° *Du développement du prépuce, de la couronne du gland et du col du pénis chez l'embryon humain* (Soc. de biologie, 11 octobre 1890) ; — 10° *Note sur le développement de la portion abdominale de la verge des mammifères* (Soc. de biologie, 8 novembre 1890) ; — 11° *Du développement du fourreau de la verge et de la partie libre de la verge des mammifères quadrupèdes* (Soc. de biologie, 18 octobre 1896) ; — 12° *Sur l'origine et l'évolution de la région ano-génitale des mammifères* (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1890, p. 126 à 215) ; — 13° *Développement de la double gaine préputiale du cheval* (Soc. de biologie, 14 février 1891) ; — 14° *Sur le développement du pénis et du clitoris chez les fœtus humains* (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1892, p. 225) ; — 15° *Mode de cloisonnement du cloaque chez le cobaye*, mémoire accompagné de 13 figures (Bibliographie anatomique, novembre-décembre 1893) ; — 16° *Origine et évolution de l'utérus et du vagin* ; — 17° *Sur l'origine du vagin de la femme* (Soc. de biologie, 2 mai 1891) ; — 18° *Sur le développement comparé du vagin et du vestibule des mammifères* (Soc. de biologie, 9 mai 1891) ; — 19° *Sur la morphologie et l'évolution de l'épithélium du vagin des mammifères*

(Mémoires de la Soc. de biologie, 26 mars 1892); — 20° *Évolution de l'épithélium du vagin* (Soc. de biologie, 25 juin 1892); — 21° *Sur les modifications de la muqueuse utérine à l'époque du rut* (Soc. de biologie, 9 juillet 1892).

— Henry de Fromentel, *Les synalgies et les synesthésies, étude de physiologie nerveuse*, ouvrage accompagné de 3 planches en couleurs. Paris, 1888.

— H. Morau, *Des transformations épithéliales de la muqueuse du vagin de quelques rongeurs*, mémoire accompagné de 11 figures dans le texte (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1888, p. 277); — *Des transformations épithéliales physiologiques et pathologiques*. Thèse, Paris, 1889.

— A. Bottard, *Les poissons venimeux*, avec figures. Thèse, 1889.

— G. Mahoudeau, *De l'utilité des recherches histologiques comme complément de la morphologie cérébrale* (Assoc. pour l'avancement des sciences. Congrès de Paris, 1889).

— Ed. Cuyer, *Anomalies osseuses et musculaires observées au laboratoire d'anatomie de l'École nationale des beaux-arts*, avec 9 figures (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 3 juillet 1890).

— Gabriel Peillon, *Étude historique sur les organes génitaux de la femme, la fécondation et l'embryologie humaine, depuis les temps les plus reculés jusqu'à la Renaissance*. Thèse, 1891.

— Lucien Gastel, *Contribution à l'étude des follicules de de Graaf et des corps jaunes*, mémoire accompagné de deux planches. Thèse, Paris, 1891.

— Taft, *Sur le développement des fibres nerveuses du grand sympathique* (Soc. de biologie, 1892, p. 231; et Thèse, 1892).

— P.-G. Mahoudeau, *Les principales formes cellulaires dérivées du feuillet externe du blastoderme* (Revue mensuelle de l'École d'anthropologie, septembre 1891, p. 257).

— P.-G. Mahoudeau, *Les preuves anatomiques de la descendance*

de l'homme : les organes vestigiaires (Revue mensuelle de l'École d'anthropologie, décembre 1892, p. 381).

— E. Regnauld, *Étude sur l'évolution de la prostate chez le chien et chez l'homme*, mémoire accompagné de 15 figures dans le texte (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1892, XXVIII, p. 109).

— G. Loisel, *Sur l'appareil musculaire de la* radula *chez les hélix*, mémoire accompagné de figures dans le texte (Journal de l'anatomie et de la physiologie, novembre 1892, XXVIII, p. 567).

— P.-G. Mahoudeau, *La dépigmentation des primates* (Revue mensuelle de l'École d'anthropologie, décembre 1893, p. 365).

— G. Durand, *Disposition et développement des muscles dans l'iris des oiseaux* (Thèse, 1893; — Notes à la Soc. de biologie, 1893, p. 137, 242).

— G. Loisel, *Cartilages linguaux chez les gastéropodes; tissu cartilagineux des mollusques; développement des fibres élastiques dans l'épiglotte* (Notes à la Soc. de biologie, 1893, p. 193, 244, 796); — *Les cartilages linguaux des mollusques; structure et développement histogénique*, mémoire accompagné de 28 figures (Journal de l'anatomie et de la physiologie, juillet 1893).

— Ch.-E. Fournier de Lempdes, *Formation des annexes embryonnaires et du placenta*. Thése, 1893.

— Henri Martin, *Recherches anatomiques et embryologiques sur les artères coronaires du cœur chez les vertébrés*, avec 39 figures. Paris, 1894 (Thése couronnée).

— G. Loisel, *Développement des fibres élastiques dans le ligament cervical du cheval* (Soc. de biologie, 7 juillet 1894, p. 559).

— J.-A. Gabrielidés, *Recherches sur l'embryogénie et l'anatomie comparée de l'angle de la chambre antérieure chez le poulet et chez l'homme; muscle dilatateur de la pupille*. Thése, 1895.

— G. Tainturier, *Étiologie des grossesses extra-utérines; recherches expérimentales*. Thèse. Paris, 1895.

— Ed. Cuyer, *Modèles particuliers déterminés par l'expansion aponévrotique du biceps brachial* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 4 avril 1895).

— Mahoudeau, *L'albinisme* (Revue mensuelle de l'École d'anthropologie, décembre 1895, p. 325).

— Ed. Retterer. Une série de recherches d'anatomie générale et d'histogénèse, savoir : 1° *Premiers phénomènes du développement des poils du cheval* (Soc. de biologie, 13 janvier 1894) ; — 2° *Sur l'origine des éléments constituant le périchondre et le périoste et sur l'évolution et le rôle de ces membranes* (Soc. de biologie, 30 janvier 1886); — 3° *Sur le mode de développement des cavités articulaires chez les mammifères* (Soc. de biologie, 6 février 1886) ; — 4° *Développement et constitution du tarse du lapin* (Soc. de biologie, 15 décembre 1894); — 5° *Sur le mode de formation des articulations* (Soc. de biologie, 29 décembre 1894); — 6° *Sur le développement des cavités closes tendineuses et des bourses muqueuses* (Soc. de biologie, 2 février 1895); — 7° *Sur le développement morphologique et histologique des bourses muqueuses et des cavités péri-tendineuses* (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1896).

— G. Fasola, *De quelques anomalies de la ligne primitive chez le poulet* (Arch. ital. de biologie, 1890, XIII, p. 82).

— Ed. Retterer, *Le placenta discoïde* (Revue générale des sciences pures et appliquées, 30 juillet 1892).

— Athias, *Cellules nerveuses en développement dans la moelle épinière du têtard de la grenouille* (Journal de l'anatomie, 1895, p. 610).

— Ed. Retterer, *Le placenta des carnassiers* (Revue générale des sciences pures et appliquées, 30 novembre 1895 ; — Annales de gynécologie, février 1896).

— Pupin, *Le neurone et la théorie histologique du sommeil.* Thèse, 1896.

— Loisel, *Formation et évolution des éléments élastiques dans la série des vertébrés* (en préparation).

— Rabaud, *L'œil de la taupe, histologie et développement* (en préparation).

— M[me] Naville, *Sur le développement des follicules clos de la conjonctive oculaire* (en préparation).

QUATRIÈME PARTIE

Liste, par ordre chronologique,
des Mémoires, Ouvrages, Articles et Notes
publiés par M. Mathias-Duval.

1. — *Étude sur la morphologie de l'épithélium vésical*. Avec le Dr Susini. (Journal de l'anatomie, 1868.)

2. — *Étude sur la valeur relative des procédés de section du maxillaire supérieur*. Thèse de doctorat (thèse couronnée). Strasbourg, 1869.

3. — *Recherches expérimentales sur l'inflammation*. En collaboration avec le Professeur Straus, avec planches. (Gazette médicale de Strasbourg, juillet 1870.)

4. — *Recherches expérimentales sur les rapports d'origine entre les globules du pus et les globules blancs du sang*, avec planches. (Archives de physiologie normale et pathologique, mars et mai 1872.)

5. — *Nouvelles indications sur l'étude de la diapédèse; résultats obtenus par l'injection dans les vaisseaux de matières colorantes*. (Montpellier médical, p. 337, 1872.)

5 *bis*. — Article *Génération*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XV, 1872.

6. — *Revue analytique sur la structure des centres nerveux*. (Archives générales de médecine, juillet 1872.)

6 *bis*. — Articles *Greffe* et *Goût*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XVI, 1872.

7. — *Cours de physiologie, professé à la Faculté de médecine de Strasbourg, par E. Kuss, rédigé par le Dr Mathias-Duval.* Paris, 1872.

8. — *La rétine; structure et usages.* Thèse d'agrégation, Paris, 1872.

9. — *Étude de quelques papilles vasculaires* (vaisseaux des poils). Mémoire accompagné de 2 planches. (Journal de l'anatomie et de la physiologie, janvier 1873.)

10. — *Cours de physiologie*, 2e édition, 1873.

11. — *Sur la morphologie et la physiologie générales de la cellule.* (Le Mouvement médical, 1873. Extraits d'un cours libre professé à la Faculté de médecine pendant le semestre d'hiver 1873.)

11 *bis.* — Article *Histologie*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XVIII, 1873.

12. — *Manuel du microscope dans ses applications au diagnostic et à la clinique.* En collaboration avec le Dr Léon Lereboullet. 1 vol. de 364 pages avec figures dans le texte. Paris, 1873.

13. — *Études sur la locomotion; essais de représentations graphiques et schématiques des allures du cheval.* (Inséré dans *La machine animale* de M. Marey, p. 184-186. Paris, 1873.)

13 *bis.* — Article *Hypnotisme*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XVIII, 1874.

14. — *A course of lectures on physiologie*, etc. (traduct. de la 1re édition du Cours de physiologie), by R. Amory. Boston, 1875.

14 *bis.* — Articles *Main* et *Mastication*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XXI, 1875.

15. — *Cours de physiologie*, 3e édition, 1876.

16. — *Sur le trajet des cordons nerveux qui relient le cerveau à la moelle épinière.* En collaboration avec le professeur Sappey. (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 17 janvier 1876; Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1875, p. 437.)

17. — *Les origines réelles du nerf grand hypoglosse; origines du facial et du moteur oculaire externe chez les animaux.* Mémoire accom-

pagné de 2 planches. (Journal de l'anatomie et de la physiologie, septembre 1876.)

18. — *Curso de physiologia*, etc. (traduction espagnole de la 1re édition du Cours de physiologie), par D. J. Mitjavila y Ribas. Madrid, 1876.

18 *bis*. — Article *Microscope*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XXII, 1876.

19. — *Procédé pour la coloration des coupes du système nerveux.* (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1877, p. 111.)

20. — *Manuel du microscope dans ses applications au diagnostic et à la clinique*, 2e édition. Paris, 1877.

21. — *Recherches sur le sinus rhomboïdal des oiseaux, sur son développement et sur la névroglie périépendymaire.* Mémoire accompagné de 6 planches. (Journal de l'anatomie et de la physiologie, janvier 1877.)

21 *bis*. — Articles *Muscles*, *Nerveux (Système)* et *Nutrition*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XXIII et XXIV, 1877.

22. — *Sur les origines réelles du nerf facial chez l'homme.* Mémoire accompagné de 2 planches. (Journal de l'anatomie et de la physiologie, mars 1877.)

22 *bis*. — *Sur un procédé de conservation des cerveaux.* (Soc. de biologie, 10 mars 1877, p. 136.)

23. — *Études sur l'origine de l'allantoïde.* Avec 2 planches. (Revue des sciences naturelles, VI, Montpellier, septembre 1877.)

24. — *Du nerf trijumeau et spécialement de sa racine motrice.* Avec 2 planches. (Journal de l'anatomie et de la physiologie, novembre 1877.)

25. — *Recherches anatomiques et expérimentales sur la physiologie du bulbe rachidien; influence du bulbe : 1° sur les mouvements associés des yeux; 2° sur les phénomènes trophiques et de sensibilité de l'œil, du nez, de l'oreille et de la face en général.* (Soc. de biologie, 18 novembre 1877; Gazette médicale, n° 52, 1877, et nos 3 et 5, 1878.)

26. — *De la lésion du noyau propre du facial dans la paralysie*

labio-glosso-laryngée. (Soc. de biologie, 1[er] décembre 1877, p. 436.)

27. — *Des troubles trophiques et des troubles de la sensibilité à la suite de la lésion expérimentale de la racine descendante du trijumeau dans le bulbe.* En collaboration avec le Dr Laborde. (Soc. de biologie, janvier 1878; — Gazette des hôpitaux, 1878, n° 2, p. 13.)

28. — *Étude du facial et du trijumeau au moyen de coupes longitudinales.* Mémoire accompagné de 2 planches. (Journal de l'anatomie et de la physiologie, janvier 1878.)

29. — *Des racines et du noyau des nerfs de la 4e paire.* Mémoire accompagné de 2 planches. (Journal de l'anatomie, etc., juillet 1878.)

29 *bis.* — Articles *Ovaire* et *Ouïe*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XXV, 1878.

30. — *A propos des fonctions de la substance corticale des hémisphères.* (Soc. de biologie, 17 octobre 1878.)

31. — *Sur la signification réelle des anastomoses entre la 6e paire d'un côté et la 3e paire du côté opposé.* (Soc. de biologie, 30 novembre 1878.)

32. — *Spermatogénèse en général et spécialement chez les mollusques gastéropodes.* Mémoire accompagné de planches. (Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1878.)

33. — Préface à l'ouvrage : *Le corps humain, structure et fonctions*, par E. Cuyer et Kuhff. Paris, 1878.

34. — *Du développement et du fonctionnement du cœur chez l'embryon.* En collaboration avec le Dr Laborde. (Soc. de biologie, 1878; Bull. de l'Académie de médecine, 2e série, VIII, n° 12.)

35. — *Précis de technique microscopique et histologique ou introduction pratique à l'anatomie générale.* 1 vol. de 315 pages, avec figures. Paris, 1878.

36. — *De la conservation des cerveaux pour l'étude des circonvolutions.* (Soc. de biologie, 4 janvier 1879.)

37. — *De l'emploi du collodion humide pour la pratique des coupes microscopiques.* (Soc. de biologie, 1er février 1879.)

38. — *Des matières à inclusion en histologie.* (Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1879.)

39. — *Étude sur la ligne primitive de l'embryon du poulet.* Mémoire accompagné de 5 planches. (Annales des sciences naturelles, 1879, VII, nos 5 et 6.)

40. — *Paralysie labio-glosso-laryngée.* (Archives de physiologie, 2e série, VI, 1879.)

41. — *Cours de physiologie*, 4e édition, 1879.

42. — *Note sur le rôle physiologique probable des deux noyaux du nerf grand hypoglosse.* (Soc. de biologie, 12 juillet 1879; — Gazette médicale de Paris, no 39, 1879.)

43. — *Le nerf pathétique chez l'homme et chez les singes.* (Soc. d'anthropologie, 5 juin 1879.)

44. — *Plexus choroïdes et trou de Monro.* (Soc. de biologie, 14 juin 1879.)

45. — *Le développement de la région lenticulo-optique dans le cerveau humain.* (Soc. de biologie, 21 juin 1879.)

46. — *Nouvelles études sur le pathétique et principalement sur sa décussation dans la valvule de Vieussens.* Mémoire accompagné de 2 planches. (Journal de l'anatomie, etc., septembre 1879.)

47. — *Sur la déviation conjuguée des yeux et la rotation de la tête, et sur le mécanisme nerveux général de quelques mouvements associés.* (Soc. de biologie, 15 novembre 1879.)

48. — *De l'innervation associée des muscles d'un côté du corps avec des muscles du côté opposé.* (Soc. de biologie, 22 novembre 1879.)

49. — *Du rôle de la racine bulbaire du trijumeau dans l'irradiation des névralgies.* (Soc. de biologie, 22 novembre 1879.)

50. — *De la spermatogénèse chez la paludine vivipare.* (Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1879.)

51. — *Anatomie des centres nerveux*, par G. Huguenin. Traduction française par le Dr Keller, annotée par Mathias-Duval. Paris, 1879.

52. — *Note à propos de la cécité cérébrale des mots*. (Soc. de biologie, 24 janvier 1880; Gazette des hôpitaux, 1880, n° 18, p. 141.)

53. — *De l'innervation des mouvements associés des globes oculaires*. En collaboration du Dr Laborde. Avec 2 planches. (Journal de l'anatomie, etc., janvier 1880.)

54. — *Sur les origines du nerf acoustique et sur le nerf du sens de l'espace*. (Soc. de biologie, 21 février 1880.)

55. — *Sur l'origine du nerf intermédiaire de Wrisberg et ses rapports avec le glosso-pharyngien*. (Soc. de biologie, 1880.)

56. — *Cils vibratiles et adaptation tubaire*. (Soc. de biologie, 13 mars 1880.)

57. — *De la spermatogénèse chez quelques batraciens*. (Soc. de biologie, 6 mars 1880.)

58. — *A propos des veines ombilicales*. (Note à la Soc. de biologie, 17 mai 1880, p. 265.)

59. — *Quelques faits relatifs à l'amnios et à l'allantoïde*. (Soc. de biologie, 22 mai 1880.)

60. — *Ligne primitive et anus de Rasconi*. (Soc. de biologie, 3 avril 1880.)

61. — *Les origines du nerf moteur oculaire commun; les origines des fibres radiculaires supérieures du glosso-pharyngien*. Mémoire accompagné de 2 planches. (Journal de l'anatomie, etc., mai 1880.)

62. — *L'ombilic blastodermique et l'anus de Rusconi*. (Soc. de biologie, 8 et 15 mai 1880; Gaz. méd., n° 24, p. 312, 1880.)

62 *bis*. — Articles *Poals* et *Poumon*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XXIX, 1880.

63. — *Étude des troubles trophiques de l'œil à la suite de la section du trijumeau*. (Soc. de biologie, 1er mai 1880.)

64. — *Mécanisme du transport intra-abdominal des ovules*. (Asso-

ciation pour l'avancement des sciences. Congrès de Reims, 1880.)

65. — *Sur l'origine réelle des nerfs crâniens ; nerf intermédiaire de Wrisberg.* (Journal de l'anatomie, etc., septembre 1880.)

66. — *Réfutation des expériences d'Exner relatives à la décussation des nerfs de la 4e paire.* (Soc. de biologie, 27 novembre 1880.)

67. — *De la spermatogénèse chez les batraciens.* Mémoire accompagné de 2 planches. (Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1880.)

68. — *De quelques perfectionnements à l'emploi du collodion en technique histologique.* (Soc. de biologie, 1880.)

69. — *De l'embryologie dans ses rapports avec l'anthropologie.* (Revue d'anthropologie, janvier 1881 ; Journal de micrographie, 1881, nos 1 et 2, p. 42 et 106.)

70. — *Embryologie de l'appareil rénal.* (Soc. de biologie, 19 février 1881 ; — Gazette médicale, 12 mars 1881.)

71. — *Note sur l'existence d'une colonne grise vaso-motrice dans la moelle cervicale.* (Soc. de biologie, 12 mars 1881.)

72. — *Sur les vésicules séminales du mara.* En collaboration avec le Dr G. Hervé. (Soc. de biologie, 3 mars 1881.)

73. — *Sur un monstre otocéphale.* (Soc. de biologie, 2 mars 1881.)

74. — *Sur un monstre otocéphale.* (Soc. de biologie, 26 mars 1881.)

75. — *Recherches histologiques sur l'élongation des nerfs.* (Soc. de biologie, mars 1881, p. 137.)

76. — *Otocéphalie et développement des nerfs.* (Soc. de biologie, 2 avril 1881 ; — Progrès médical, 1881, n° 15, p. 279.)

77. — *Origine endodermique de la corde dorsale.* (Soc. de biologie, 21 mai 1881 ; — Gazette des hôpitaux, 1881, n° 61, p. 484 ; note reproduite, avec additions, dans la Tribune médicale, 29 mai 1881.)

78. — *Remarques sur l'évolution des spermatozoïdes.* (Soc. de biologie, 14 mai 1881.)

79. — *Branchies et allantoïde.* (Soc. de biologie, 28 mai 1881.)

80. — *Sur un nouveau cas d'hermaphrodisme.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 2 juin 1881, VI, p. 494.)

81. — *Sur un prétendu hermaphrodite.* (Soc. de biologie, 5 juin 1881.)

82. — *La corne d'Ammon; morphologie et embryologie.* Mémoire accompagné de 4 planches. (Archives de névrologie, n^{os} d'octobre et novembre 1881.)

83. — *Sur un cas de mégaloglossie.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 17 novembre 1881, VI, p. 736.)

84. — *Sur les lésions des canaux semi-circulaires.* (Soc. d'anthropologie, 1er décembre 1881, p. 802, et 15 décembre, p. 841.)

85. — *Sur les cils vibratiles de la surface de l'ovaire.* (Soc. de biologie, 17 décembre 1881; — Gazette des hôpitaux, 1881, n° 146, p. 1165.)

86. — *L'œuvre de Cl. Bernard.* Introduction. Paris, 1881.

87. — *Remarques sur le sens donné au mot évolution.* (Soc. d'anthropologie, 19 janvier 1882, p. 62.)

88. — *Manuel de l'anatomiste; anatomie descriptive et dissection.* (En collaboration avec le professeur C. Morel, de Nancy. 1 vol. de 1159 pages, avec 469 figures. Paris, 1882.)

89. — *Sur le sens de l'espace et les fonctions des canaux semi-circulaires.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 16 février 1882, p. 114.)

90. — *Précis d'anatomie à l'usage des artistes.* 1 vol. de 300 pages, avec 76 figures dans le texte. Paris, 1882.

91. — *Sur le développement de l'appareil génito-urinaire; rein précurseur et appareil Wolffien.* (Soc. d'anthropologie, 16 octobre 1882, p. 591; — Progrès médical, 1882, n° 43, p. 824.)

92. — *Du rein précurseur des batraciens.* (Soc. de biologie, 21 octobre 1882, p. 640.)

93. — *L'origine embryonnaire et l'innervation du muscle interne du marteau.* (Soc. de biologie, 4 novembre 1882, p. 653.)

93 *bis*. — Articles *Respiration*, *Rétine*, *Sécrétions*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XXXI et XXXII, 1882.

94. — *Sur le développement de l'appareil génito-urinaire de la grenouille; le rein précurseur*. Mémoire accompagné de 2 planches. (Revue des sciences naturelles, Montpellier, 1882.)

95. — *Sur le vagin et les limites de l'utérus; embryologie du sinus uro-génital*. (Soc. de biologie, 23 décembre 1882.)

96. — *L'anus de Rusconi et la ligne primitive*. (Soc. de biologie, 25 janvier 1883.)

97. — *Sur l'aplasie de la face*. (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1883, 1er fascicule, p. 90.)

98. — *Cours de physiologie*, 5e édition, 1883.

99. — *Sur un monstre otocéphale*. En collaboration avec le Dr G. Hervé. (Soc. de biologie, janvier 1883, p. 56; février 1883, p. 76.)

100. — *Segmentation et globules polaires*. (Soc. de biologie, 24 février 1883, p. 136.)

101. — *Les couleurs protectrices et le mimétisme*. (Le Progrès français, revue des cours scientifiques, 9 et 16 mars 1883.)

102. — *Exposé général de la théorie transformiste*. (Revue d'anthropologie, 19 avril 1883.)

103. — *Nouvelle communication sur un monstre otocéphale*. En collaboration avec le Dr G. Hervé. (Soc. de biologie, 7 avril 1883, p. 253.)

104. — *Examen du bulbe d'un fœtus céphalotribié*. (Soc. de biologie, 19 et 25 mai 1883.)

105. — *Le développement de l'œil dans la série animale, parallèle ontogénique*, avec nombreuses figures. (Revue scientifique, 12 mai 1883; — Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1884, VII, p. 837.)

106. — *Les précurseurs de Darwin*. (Revue d'anthropologie, 15 juillet 1883.)

107. — *Des variations et de l'hérédité*. (Revue d'anthropologie, 15 juillet 1883.)

108. — *Du cancroïde de la peau.* En collaboration avec le Dr A. Blum. (Archives générales de médecine, août 1883.)

109. — *Duchenne (de Boulogne) et Humbert de Superville; mécanisme de la physionomie.* (Soc. de biologie, 13 octobre 1883, p. 525.)

109 *bis.* — Articles *Sommeil* et *Sperme*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XXXIII, 1883.

110. — *Rapport sur la portion brachiale du nerf musculo-cutané.* (Bull. de l'Académie de médecine, 30 octobre 1883.)

111. — *Sur un cas d'aplasie lamineuse de la face.* (Soc. d'anthropologie, 1883, p. 90.)

112. — *De la physionomie et des signes inconscients de l'art.* (Tribune médicale, 21 octobre 1883, n° 792, p. 503.)

113. — *Leçons sur la physiologie du système nerveux.* 1 vol. in-8°. Paris, 1883.

114. — *A propos d'un cas d'absence des nerfs olfactifs.* (Compte rendu de la Soc. de biologie, 24 novembre 1883, p. 603.)

115. — *Essai de représentation planisphérique des circonvolutions cérébrales.* Mémoire accompagné de 6 figures dans le texte. (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 20 décembre 1883, p. 982.)

116. — *Les lignes du visage et les origines du sentiment de l'art.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 20 décembre 1883, VI, p. 921.)

117. — *Sur un arrêt de développement de la face.* En collaboration avec le Dr G. Hervé. (Soc. de biologie, 15 décembre 1883.)

118. — *Rapport anatomique sur le cerveau de Louis Asseline.* En collaboration avec MM. Chudzinski et Hervé. (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1883, p. 260, avec 6 figures dans le texte.)

119. — *Description morphologique du cerveau d'Assezat.* En collaboration avec MM. Chudzinski et Hervé. (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1883, p. 328.)

120. — Préface à l'ouvrage : *Les allures du cheval*, par Ed. Cuyer. Paris, 1883.

121. — *Curso di fisiologia*, etc. (traduction espagnole de la 5e édition du Cours de physiologie), par Antonio y Capo. Madrid, 1884.

122. — *Des sympathies douloureuses ou synalgies*. (Soc. de biologie, 5 et 11 janvier 1884, p. 4.)

123. — *La question de la persistance des types inférieurs*. (Journal de micrographie, janvier 1884.)

124. — *Description morphologique du cerveau de Coudereau*. En collaboration avec MM. Chudzinski et Hervé. (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1883, p. 377, avec 6 figures dans le texte.)

125. — *Les sélections*. (Revue d'anthropologie, 15 janvier 1884.)

126. — *Sur un organe placentoïde chez le poulet*. (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 18 février 1884, n° 7, p. 447.)

127. — *De l'hybridité*. (Revue scientifique, 26 janvier et 2 février 1884.)

128. — *Sur les anomalies de la 1re côte*. (L'Homme, journal des sciences anthropologiques, février 1884.)

129. — *Sur le placenta des oiseaux*. (Bull. de la Soc. de biologie, 15 février 1884, n° 6, p. 54.)

130. — *La représentation des circonvolutions cérébrales*, avec figures. (L'Homme, journal des sciences anthropologiques, 10 février 1884, n° 3.)

131. — *Les couleurs protectrices et le mimétisme*, avec figures. (Le Progrès français, revue des cours scientifiques, 9 et 16 mars 1884.)

132. — *Précis d'anatomie à l'usage des artistes*, 2e édition, 1884.

133. — *Sur les anomalies musculaires*. (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 20 mars 1884, p. 228.)

134. — *L'embryologie, son histoire, son importance dans l'étude de l'homme*. (L'Homme, journal des sciences anthropologiques, 10 mars 1884, p. 130.)

135. — *Sur le poids de l'encéphale*. (L'Homme, mars 1884.)

136. — *De l'anatomie plastique, son histoire, son rôle, ses procédés d'étude*, etc. (Journal Le Dessin, janvier, avril 1884.)

137. — *Sur l'aire vitelline du blastoderme du poulet.* (Soc. de biologie, 17 mai 1884, n° 20, p. 327.)

138. — *Études histologiques et morphologiques sur les annexes des embryons d'oiseaux.* Mémoire accompagné de 4 planches. (Journal de l'anatomie et de la physiologie, mai 1884.)

139. — *De la formation du blastoderme dans l'œuf d'oiseau.* Mémoire accompagné de 5 planches et de 66 figures dans le texte. (Annales des sciences naturelles, Zoologie, juillet 1884, XVIII, n°s 1, 2 et 3.)

140. — *La signification morphologique de la ligne primitive.* Mémoire accompagné de figures dans le texte. (L'Homme, journal des sciences anthropologiques, août 1884, n° 15, p. 149, et septembre 1884, n° 16, p. 490.)

141. — *Sur les vaisseaux de l'allantoïde du poulet.* (Soc. de biologie, 18 octobre 1884, p. 574.)

142. — *Évolution des espèces, évolution des mots ; parallèle des deux évolutions.* (L'Homme, journal des sciences anthropologiques, 25 octobre 1884, n° 20, p. 610.)

143. — *Sur la segmentation sans fécondation.* (Soc. de biologie, 25 octobre 1884, p. 585.)

144. — *Parallèle de la sélection artificielle et de la sélection naturelle.* (Revue d'anthropologie, 15 octobre 1884, p. 577.)

145. — *Sur l'homologie du peigne des oiseaux et du corps vitré embryonnaire des mammifères.* (Soc. de biologie, 6 décembre 1884, p. 679.)

146. — Préface au traité du professeur Testut : *Sur les anomalies musculaires chez l'homme.* Paris, 1884.

147. — *Les lignes du visage.* A propos d'une communication du Dr Rémy (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 20 décembre 1884, p. 920.)

148. — *Essai de représentation des circonvolutions cérébrales.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 20 décembre 1884, p. 902.)

149. — *Sur le mécanisme de la physionomie.* (Soc. d'anthropologie, 20 décembre 1884, p. 914.)

150. — *Sur la segmentation, la cavité de segmentation et les noyaux libres du jaune.* (Soc. de biologie, 27 décembre 1884, p. 756.)

151. — *Du degré d'atrophie des nerfs olfactifs compatible avec la persistance de l'olfaction chez l'homme.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 13 décembre 1884, 2e série, VII, p. 829.)

152. — *Darwin et ses travaux.* (Journal Le Darwin, Naples, 1884.)

153. — *Le trijumeau et sa racine bulbaire sensitive.* Mémoire accompagné de 2 planches. En collaboration avec le Dr Laborde. (Recueil des travaux du laboratoire de physiologie de la Faculté de médecine, Paris, 1885.)

154. — *Sur la segmentation sans fécondation même pour l'ovule de l'espèce humaine.* (L'Homme, journal des sciences anthropologiques, 10 mars 1885, p. 129.)

155. — *Sur les œufs pourris comme aliments en Chine.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 16 avril 1885, p. 299.)

155 *bis.* — Article *Vaso-moteurs*, du Nouv. Dict. de méd. et de chir., XXXVIII, 1885.

156. — *Les objections et preuves du transformisme.* (Revue d'anthropologie, avril 1885, p. 193.)

157. — *Sur un monstre otocéphale* (Soc. de biologie, 17 octobre 1885.)

158. — *Origines et connexions embryonnaires de la corde dorsale.* (Soc. de biologie, 17 octobre 1885, n° 35, p. 610.)

159. — *Orientation du blastoderme sur la sphère du jaune et technique des coupes.* (Soc. de biologie, 10 octobre 1885, n° 34, p. 579.)

160. — *Les scarifications des Australiens et l'esthétique anatomique.* (Soc. d'anthropologie, 18 novembre 1885, p. 696.)

161. — *Étude historique et critique sur les nouvelles théories relatives à l'hermaphrodisme de l'œuf.* (Revue des travaux scientifiques, V, p. 4.)

162. — *Recherches sur quelques points de la physiologie de l'embryon, et en particulier sur le fonctionnement du cœur au moment de sa formation.* (Recueil des travaux du laboratoire de physiologie, Paris, 1885. Mémoire accompagné de planches.)

163. — *Précis d'anatomie à l'usage des artistes*, 3e édition, avec nouvelles planches. Paris, 1885.

164. — *Dictionnaire usuel des sciences médicales.* En collaboration avec les Drs Dechambre et Lereboullet. Paris, 1885.

165. — *Sur les cellules du follicule de l'œuf, les globules polaires*, etc. Rapport au Comité des travaux scientifiques. (Revue des travaux scientifiques, 1885, t. V, p. 4.)

166. — *Le darwinisme, leçons professées à l'École d'anthropologie.* 1 vol. de LX-576 pages, avec figures dans le texte. Paris, 1886.

167. — *Les doigts surnuméraires chez les gallinacés.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 21 janvier 1886, VIII, p. 48.)

168. — *L'anatomie générale et son histoire.* (Revue scientifique, 16 et 23 janvier 1886.)

169. — *Les chiens à courte queue.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1886, IX, p. 316.)

170. —*Description morphologique du cerveau de Gambetta.* En collaboration avec M. Chudzinski. (Soc. d'anthropologie, 18 mars 1886, p. 129.)

171. — *Sur les premières phases du développement du placenta du cobaye.* (Soc. de biologie, 12 mars 1887, p. 148.)

172. — *Observation de caryocinèse dans l'épiderme des mammifères adultes.* En collaboration avec M. Retterer. (Soc. de biologie, 20 mars 1886.)

173. — *Sur le poids vrai de l'encéphale de Gambetta.* (Bull. de la Soc. d'anthropologie, de Paris 3 juin 1886, p. 399.)

174. — *Cours de physiologie*, 6e édition, 1887.

175. — Μαθηματα φυσιολογιας, υπο Κανελλη, εν Αθηνη (traduct. grecque du Cours de physiologie). Athènes, 1887.

176. — *Les vaisseaux du placenta.* (Soc. de biologie, 7 mai 1887; Tribune médicale, 22 mai 1887, p. 252.)

177. — *Sur les premières phases du développemnt du placenta du lapin.* (Soc. de biologie, 2 juillet 1887, p. 763.)

178. — *L'apophyse styloïde du troisième métacarpien chez l'homme*, analyse et critique. (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Paris, 20 octobre 1887, p. 635.)

179. — *Quelques exemples de dynamogénèse sur les centres cérébraux des organes des sens.* (Soc. de biologie, 3 décembre 1887, p. 763.)

180. — *L'aphasie depuis Broca*, avec figures. (Revue scientifique, 17 décembre 1887, n° 25; Soc. d'anthropologie, 14 décembre 1887.)

181. — *Le collodion dans la technique de l'embryologie.* (Journal de micrographie, 10 mai 1888, p. 197.)

182. — *Recherches sur l'utérus des rongeurs*, avec figures (travail inséré dans le mémoire de MM. Straus et Sanchez Toledo: *Recherches sur l'utérus après la parturition.* Annales de l'Institut Pasteur, 1888).

183. — *Les placentas discoïdes en général, à propos du placenta des rongeurs.* (Soc. de biologie, 6 octobre 1888, p. 675.)

184. — *Le troisième œil des vertébrés.* (Journal de micrographie, du 10 juin au 10 septembre 1888.)

185. — *Des yeux pinéaux multiples chez l'orvet.* En collaboration avec le Dr Kalt. (Comptes rendus de la Soc. de biologie, 9 février 1889, p. 85.)

185 *bis.* — *Atlas d'embryologie*, de 40 planches in-4°. Paris, 1889.

186. — *Le transformiste français Lamarck.* (Revue scientifique, 5 octobre 1889, n° 14, p. 420; — Bull. de la Soc. d'anthropologie, 1889, XII, p. 336.)

187. — *Un biologiste du XVe siècle: Léonard de Vinci.* (Revue scientifique, 7 décembre 1889, n° 23, p. 713.)

188. — *Sur la longueur comparée des deux premiers orteils dans les races humaines; — Sur les cellules pyramidales du cerveau.* Rap-

ports au Comité des travaux scientifiques. (Revue des travaux scientifiques, 1889, IX, p. 145.)

189. — *La mensuration des os longs des membres*, etc. (Rapport à la Soc. d'anthropologie, 20 décembre 1889, p. 670.)

190. — *Action de l'eau sur les globules du sang*. (Soc. de biologie, 4 janvier 1890 ; — Tribune médicale, 9 janvier 1890, n° 2, p. 27.)

191. — *L'anatomie des maîtres*. En collaboration avec M. Albert Bical. 1 vol. avec 30 grandes planches reproduisant les études anatomiques de Léonard de Vinci, Michel-Ange, Raphaël, etc. Paris, 1890.

192. — *Cours complet d'anatomie humaine*. En collaboration avec M. E. Cuyer. Série de grandes planches murales. Paris, 1890.

193. — *A propos des œufs couvés ou fermentés chez les Chinois*. (Soc. d'anthropologie, 15 mai 1890, p. 414 et 450 ; — Progrès médical, 24 mai 1890, n° 21, p. 421.)

194. — *Sur les amputations congénitales et le bourgeonnement des membres*. (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 20 mars 1890, p. 283.)

195. — *Sur un très jeune embryon humain*. Note sur le mémoire de Fr. Keibel. (Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1890, p. 420.)

196. — *Classification des races humaines ; — Squelettes de deux jeunes orangs*, etc. Rapports au Comité des travaux scientifiques. (Revue des travaux scientifiques, 1890, p. 70.)

197. — *Discussion sur la natalité*. Rapport au Comité des travaux scientifiques. (Revue des travaux scientifiques, 1890, X, p. 585.)

198. — *Sur les nævi pigmentaires circonscrits et diffus ; — Sur la natalité aux îles de Ré et d'Oléron ; — Sur une glande salivaire aberrante*. Rapports au Comité des travaux scientifiques. (Revue des travaux scientifiques, 1890, X, p. 732.)

199. — *A propos de la conservation des cerveaux*. (Bull. de la Soc. d'anthropologie, 6 novembre 1890, p. 833.)

200. — *Quelques faits relatifs à une particularité de la mémoire*. (Soc. de biologie, 24 mai 1890, p. 281.)

201. — *Sur l'aphasie, à propos du traité de Bateman.* (Soc. d'anthropologie, 2 octobre 1890, p. 652.)

202. — *L'ectoplacenta de la souris et du rat.* (Soc. de biologie, 25 octobre 1890, p. 507.)

203. — *De la couche plasmodiale endovasculaire du placenta maternel.* (Soc. de biologie, 8 novembre 1890, p. 605.)

204. — *De la régénération de l'épithélium des cornes utérines après la parturition.* (Soc. de biologie, 13 décembre 1890, p. 697.)

205. — Préface aux *Éléments d'embryologie de l'homme et des vertébrés*, par le professeur A. Prenant, de Nancy. Paris, 1891.

206. — Préface au *Précis d'embryologie adaptée aux sciences médicales*, du professeur Gilis, de Montpellier. Paris, 1891.

207. — *Sur quelques faits d'hérédité croisée; — Sur un cas d'hémimélie; — Sur la rétroversion de la tête du tibia.* Rapports au Comité des travaux scientifiques. (Revue des travaux scientifiques, 1891, XI, p. 646.)

208. — *André Vésale*, étude historique. (Revue mensuelle de l'École d'anthropologie, 15 février 1892.)

209. — Préface au *Manuel d'anatomie microscopique et d'histologie*, de MM. Launois et Moreau. Paris, 1892.

210. — *Cours de physiologie*, 7e édition, remaniée et complétée. Paris, 1892.

211. — *Sur une malformation spéciale de la poitrine; — Sur la natalité en France; — Sur les transformations du règne végétal.* Rapports au Comité des travaux scientifiques. (Revue des travaux scientifiques, 1892, XII, p. 2.)

211 *bis.* — *Dictionnaire des sciences médicales.* En collaboration avec les Drs Dechambre et Lereboullet. 2e édition, 1892.

212. — *Anatomie et physiologie animales.* En collaboration avec M. Paul Constantin. 1 vol. avec figures, rédigé conformément aux programmes officiels. Paris, 1892.

212 *bis*. — *La technique microscopique et histologique*. (Bibliothèque scientifique contemporaine, 1892.)

213. — *Le placenta des rongeurs*, avec 106 figures dans le texte et un atlas de 22 planches. Paris, 1892.

214. — *Recherches sur les ossements humains anciens et préhistoriques en vue de la reconstitution de la taille*. Rapport sur les travaux de M. J. Rahon. (Revue des travaux scientifiques, 1893, XIII, p. 719.)

215. — *Le placenta des carnassiers*. (Note à la Société de biologie, 30 décembre 1893, p. 1059.)

215 *bis*. — *Précis de physiologie*, traduction en langue russe, Saint-Pétersbourg, 1893.

216. — *La géographie préhistorique de la Charente-Inférieure*. Rapport au Comité des travaux scientifiques. (Revue des travaux scientifiques, 1894, XIV, p. 3.)

217. — *La bijouterie caucasienne de l'epoque scytho-byzantine*. Rapport sur les travaux de M. E. Chantre. (Revue des travaux scientifiques, 1894, XIV, p. 663.)

218. — *La spermatogénèse chez les crustacés décapodes*. Rapport sur les travaux de M. Armand Sabatier. (Revue des travaux scientifiques, 1894, XIV, p. 664.)

219. — *La natalité dans le canton de Beaumont-Hague*. Rapport au Comité des travaux scientifiques. (Revue des travaux scientifiques, 1894, XIV, p. 666.)

219 *bis*. — *Anatomie et physiologie animales*, par Mathias-Duval et Paul Constantin. 2e édition, 1894.

220. — Préface à la traduction de l'ouvrage de Ramon y Cajal : *Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux*. (Trad. par le Dr Azoulay. Paris, 1894.)

221. — *Le cancer et la parthénogénèse*. (Soc. de biologie, 20 octobre 1894, p. 646.)

222. — *Hypothèses sur la physiologie des centres nerveux ; théorie*

histologique du sommeil. (Soc. de biologie, 2 et 7 février 1895, p. 75 et 86.)

223. — *Les monstres par excès et les monstres par défaut de fécondation.* Mémoire accompagné de figures. (Annales de gynécologie et d'obstétrique, février 1895.)

224. — *Sur les recherches ethnologiques sur le Morvan.* Rapport sur les travaux de MM. Hovelacque et Hervé. (Revue des travaux scientifiques, 1895, XV, p. 1.)

225. — *Sur l'accouplement des chauves-souris.* (Soc. de biologie, 23 février 1895, p. 135.)

226. — *L'organe de Jacobson des chéiroptères.* En collaboration avec le Dr P. Garnault. (Soc. de biologie, 22 juin 1895, p. 478.)

227. — Préface au *Précis de technique microscopique et bactériologique*, du Dr G. Mangin. Paris, 1895.

228. — *Pathogénie générale de l'embryon, tératogénie.* Chapitre d'environ 100 pages, avec 20 figures, du *Traité de pathologie générale*, publié sous la direction du professeur Bouchard, t. I. 1895.

229. — *Le placenta des carnassiers.* 1 vol. de 400 pages, avec 46 figures dans le texte et un atlas de 13 planches. Paris, 1895.

230. — *Grossesses extra-utérines; — Réseau branchial des poissons*, etc. Analyses et critiques. (Journal de l'anatomie et de la physiologie, mai 1895, p. 310.)

231. — *Études sur l'embryologie des chéiroptères.* (Journal de l'anatomie, mars 1895, avec 1 planche et des figures dans le texte.)

232. — *Fixation de l'œuf et production de l'amnios chez le murin.* Mémoire accompagné de 2 planches. (Journal de l'anatomie, septembre 1895.)

233. — *La masse amniotique du murin et les formations analogues chez les mammifères.* Mémoire avec figures dans le texte. (Journal de l'anatomie, mars 1896.)

TABLE DES MATIÈRES

SECONDE PARTIE

TROISIÈME PARTIE

QUATRIÈME PARTIE

2526. — L.-Imprimeries reunies, rue Mignon, 2, Paris.

SUPPLÉMENT

(**Mars 1900**)

Mes travaux de ces trois dernières années font suite à ceux précédemment analysés : embryologie des vertébrés (*blastoderme*, *segmentation*, *feuillet vasculaire*, *placenta*) ; histologie des annexes fœtales ; histophysiologie du système nerveux (amiboïsme nerveux et *nervi nervorum*), etc. — D'autre part, mes ouvrages didactiques font suite à ceux précédemment publiés ou en sont des éditions nouvelles et complétées ; c'est pourquoi le présent supplément m'a paru devoir se borner à une simple liste dans l'ordre chronologique.

— *Les neurones et la théorie histologique du sommeil*. (Journ. de l'anat. et de la physiol. Juillet 1896, p. 479.)

— *Le développement des vaisseaux et l'hematopoïèse*, avec figures. (Revue scientifique, 24 octobre 1896, n° 17, p. 518.)

— *La segmentation de l'œuf et la formation du blastoderme*, avec 29 figures. (Annales de gynécologie, octobre 1896.)

— *Précis d'histologie*, 1 vol. de 956 pages avec 408 figures dans le texte. 1897.

Cet ouvrage a été traduit en italien sous le titre : *Compendio di istologia*, opera tradotta dai dottori Fusari, professore à l'Univ. di Torino, et Sala, professore à l'Univ. di Ferrara. (Torino, 1899.)

— *Les classifications tératologiques*, revue critique. (Journ. de l'anat. et de la physiol. Janvier 1897, p. 100.)

— *Sur la vesicule ombilicale du Murin.* — Note à l'Académie des sciences, 31 mai 1897, n° 22, p. 1252.

— *Sulla vesicola ombilicale del Murino.* (Gazzetta medica Lombarda, 12 luglio 1897, tome LVI, n° 28, p. 278.)

— *Duchenne (de Boulogne) et le mécanisme de la physionomie.* (Revue scientifique, 21 août 1897, n° 8, p. 230.)

— *Cours de physiologie*, huitième édition, 1897.

— *L'amœboïsme nerveux et les nervi nervorum* (1). (Revue scientifique, 12 mars 1898, n° 11, p. 321.)

— *Introduction* (étude historique) à l'ouvrage : *Léonard de Vinci, ses manuscrits anatomiques, publiés par Th. Sabachnikoff.* Paris, 1898.

— *L'anatomie et l'art, étude historique et critique* en collaboration avec M. Ed. Cuyer. (La Revue de l'Art, n^os^ d'octobre et de novembre 1898.)

— *Histoire de l'Anatomie plastique*, en collaboration avec M. Ed. Cuyer. 1 vol. de la Biblioth. de l'Enseignement des Beaux-Arts, avec 118 figures dans le texte. Paris, 1899.

— *Études sur l'embryologie des chéiroptères* (Première partie : l'ovule, la gastrula, le blastoderme et l'origine des annexes chez le Murin), avec 5 planches et 29 figures dans le texte. 1899.

— *Préface* à : Rabelais, anatomiste et physiologiste, par le profess. A. Le Double (de Tours). Paris, 1899.

— *Les neurones, l'amiboïsme nerveux, la théorie histologique du*

(1) Les premières indications sur l'hypothèse des *nervi nervorum* ont été données par moi dans la thèse de B. Deyber (*État actuel de la question de l'amœboisme nerveux*, thèse de la Faculté de médecine de Paris, 1898), travail publié sous ma direction. Cette question a été poursuivie dans mon laboratoire par M. Manouélian, dont les recherches ont été consignées dans les notes suivantes : — *Sur un nouveau type de neurone olfactif central* (Soc. de Biologie, 4 juin 1898, p. 615) ; — Les *fibres centrifuges du bulbe olfactif et les neurones olfactifs centraux* (Soc. de Biologie, 24 juin 1899) ; — *Recherches sur le lobe optique* (Soc. de Biologie, 4 novembre 1899) ; — *Recherches sur l'origine des fibres centrifuges du nerf optique* (Soc. de Biologie, 18 novembre 1899).

sommeil, avec figures dans le texte. (Revue de l'École d'anthropologie, n° 2, février 1900.)

— *Précis d'histologie* — 2e édition. — 1 vol. de 1030 pages, avec 420 figures dans le texte; mars 1900.

— Divers rapports parus dans la *Revue des travaux scientifiques* publiée par le Ministère de l'Instruction publique (*Comité des travaux historiques et scientifiques*, section des sciences), entre autres : — *Sur le pithecanthropus erectus* de Dubois (tome XV, n° 11, p. 903); — *Sur les recherches relatives à l'ethnologie du Morvan*, de A. Hovelacque et G. Hervé (tome XV, n° 1, p. 1); — *Sur les plis cérébraux des Lémuriens*, d'après Chudzinski (tome XVI, n° 1, p. 2); — *Sur la suture métopique* (tome XVI, p. 754); — *Sur le muscle grand droit de l'abdomen; sur l'hérédité morbide*, etc. (tome XVI, p. 753); — *Sur les Basques* (tome XVI, p. 756); — *Sur la Revue mensuelle de l'École d'anthropologie*; histoire de l'École et de ses travaux (tome XVII, p. 1); — *Sur le nanisme* (tome XVII, n° 2, p. 87); — *Sur les stations humaines quaternaires de la Charente*, d'après M. G. Chauvet (tome XVII, p. 451).

18664 — Lib.-Imp. réunies, 7, rue Saint-Benoît, Paris.